

Vedlegg

BACHELOROPPGAVE

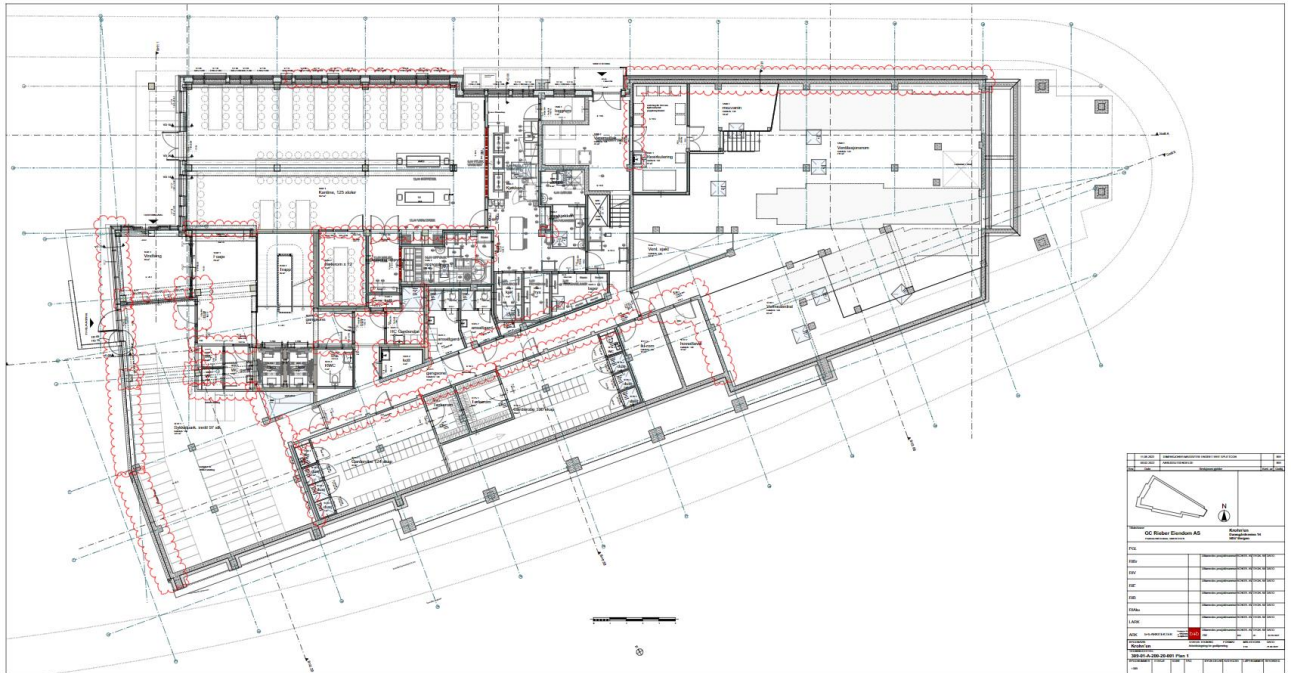
Vedleggsliste

Vedlegg A: Plantegninger fra Multiconsult	iii
Vedlegg A1: Plan 1.....	iii
Vedlegg A2: Plan 2.....	iii
Vedlegg A3: Plan 3.....	iv
Vedlegg A4: Plan 4.....	iv
Vedlegg A5: Plan 5.....	v
Vedlegg A6: Takplan	v
Vedlegg B: Laster	vi
Vedlegg B1: Egenlast	vi
Vedlegg B2: Nyttelast	vii
Vedlegg B3: Snølast	viii
Vedlegg B4: Vindlast.....	xi
Vedlegg B5: Skjevstillingslast.....	xviii
Vedlegg B6: Seismisitet	xix
Vedlegg B7: Påkjøringslast	xxi
Vedlegg C: Avstivning, håndberegninger	xxv
Vedlegg C1: Lastkombinasjon 1.....	xxv
Vedlegg C1.1: Skive 1.....	xxv
Vedlegg C1.2: Skive 2.....	xxvi
Vedlegg C1.3: Skive 3.....	xxvii
Vedlegg C1.4: Skive 4.....	xxviii
Vedlegg C1.5: Skive 5.....	xxix
Vedlegg C1.6: Skive 7.....	xxx
Vedlegg C2: Lastkombinasjon 2.....	xxxi
Vedlegg C2.1: Skive 1.....	xxxi
Vedlegg C2.2: Skive 2.....	xxxii
Vedlegg C2.3: Skive 3.....	xxxiii
Vedlegg C2.4: Skive 4.....	xxxiv

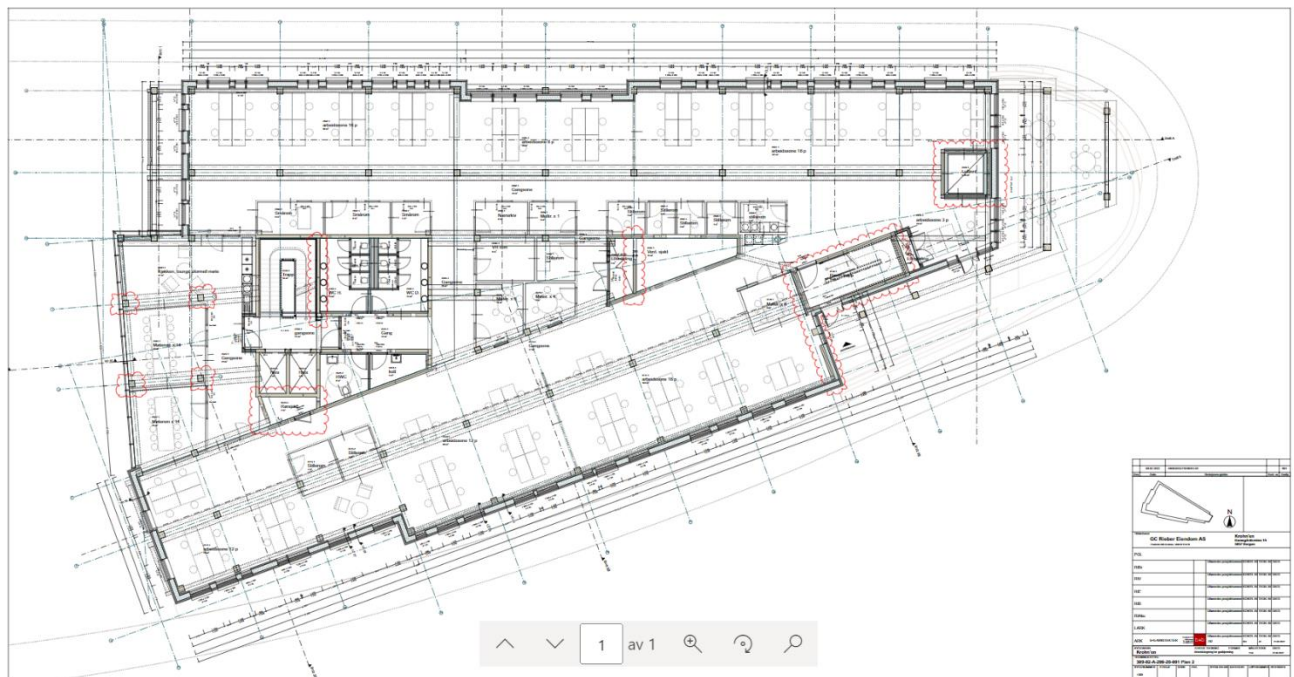
Vedlegg C2.5: Skive 5.....	xxxv
Vedlegg C3: Forskyvning.....	xxxvi
Vedlegg D: Avstiving i V-skive	xxxvii
Vedlegg D1: Skiveoversikt	xxxvii
Vedlegg D2: Lasttilfeller	xxxix
Vedlegg D3: Diagrammer	xlvi
Vedlegg D4: Reaksjonskrefter	lvi
Vedlegg D5: Krefter i dekke.....	lxvi
Vedlegg E: One-CLICK	lxvii
Vedlegg E1: Detaljrapport, massivtre.....	lxvii
Vedlegg E2: Detaljrapport, stål og betong	lxviii
Vedlegg F: OS-Prog	lxix
Vedlegg F1: Vindlast	lxix
Vedlegg G: FEM-design	lxxiii
Vedlegg G1: Bæresystem, betong og stål.....	lxxiii
Vedlegg G2: Masser for seismisk beregning	lxxiii
Vedlegg G3: Bæresystem, massivtre	lxxiv
Vedlegg H: Dimensjonering	lxxv
Vedlegg H1: Stål søyle	lxxv
Vedlegg H2: Stål bjelke.....	lxxvii
Vedlegg H3: Betong søyle.....	lxxii
Vedlegg H4: Betong hatteprofil.....	xc
Vedlegg H5: Hulldekke	xcv
Vedlegg H5.1: Egenforkvens for HD265	xcv
Vedlegg H5.2: Egenforkvens for HD320	xcvii
Vedlegg I: Norsk Prisbok	xcviii
Vedlegg I1: Prisliste av elementer	xcviii
Vedlegg I2: Prisdifferanse mellom bæresystemene.....	xcviii
Vedlegg I3: Grunnlag for prisberegning	xcix
Vedlegg J: Annet	c
Vedlegg J1: Miljøgeologisk grunnundersøkelse fra Multiconsult.....	c
Vedlegg J2: Utdrag av planbeskrivelse, fra kommunen	ci
Vedlegg J2.1: Side 13 – grunnforhold.....	ci
Vedlegg J2.2: Side 24 – påkjøringslast.....	cii
Vedlegg J2.3: Side 47 – etasjehøyder	ciii

Vedlegg A: Plantegninger fra Multiconsult

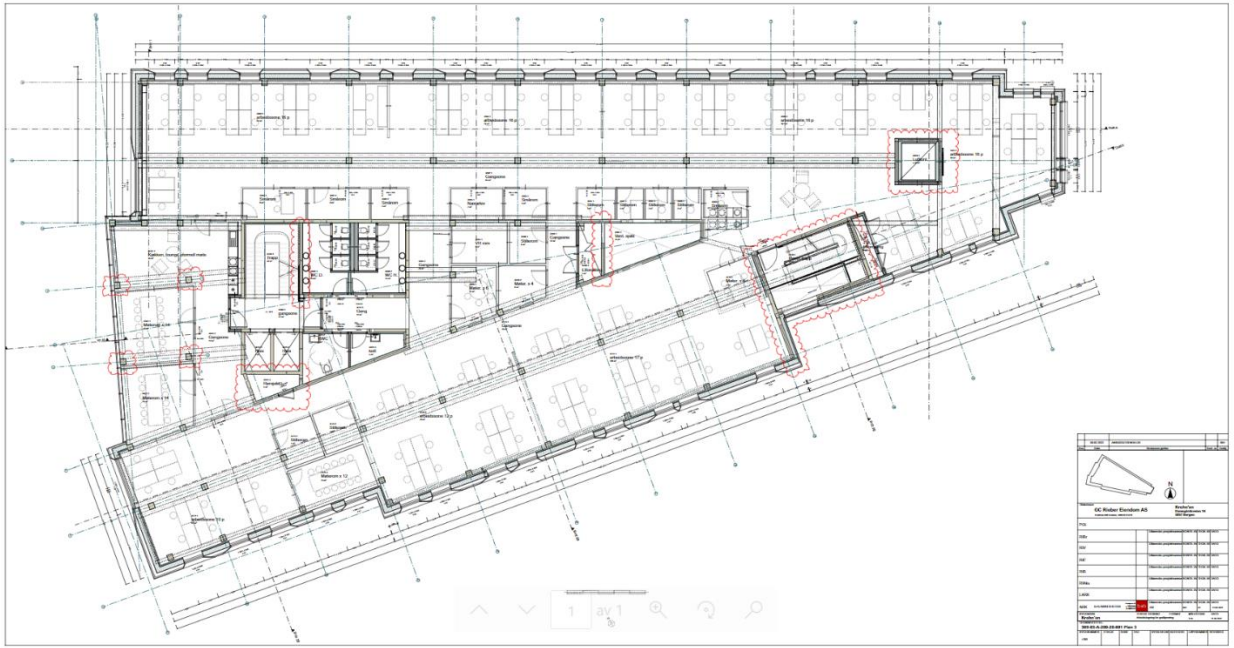
Vedlegg A1: Plan 1



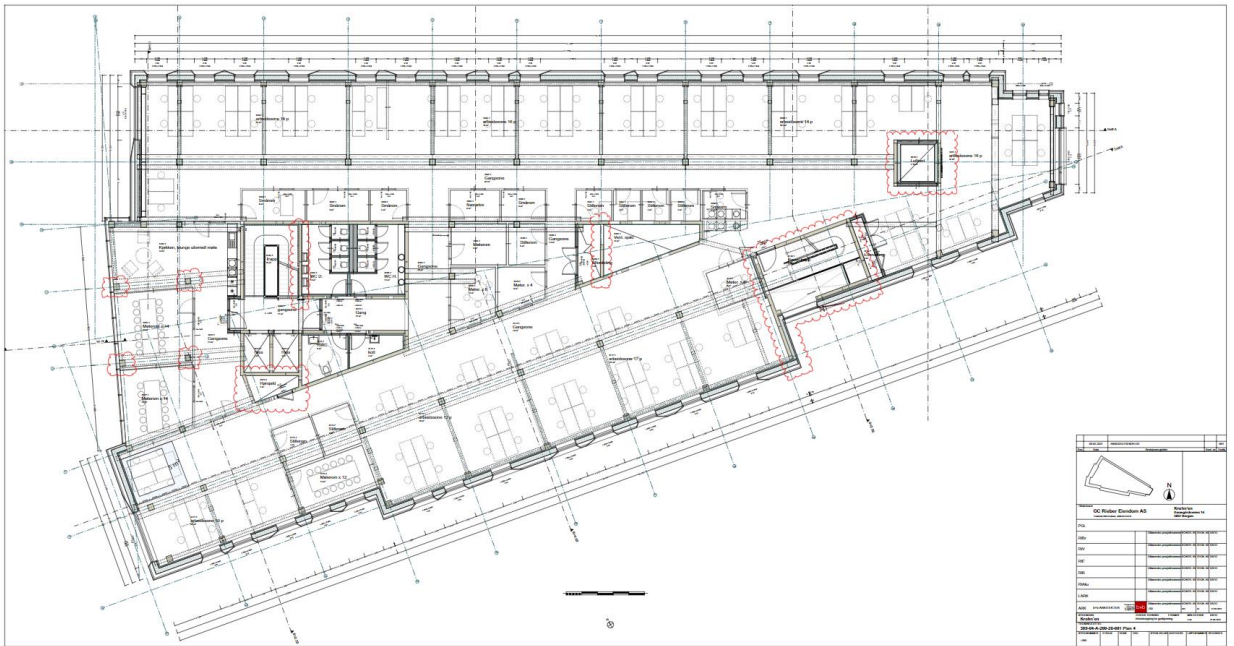
Vedlegg A2: Plan 2



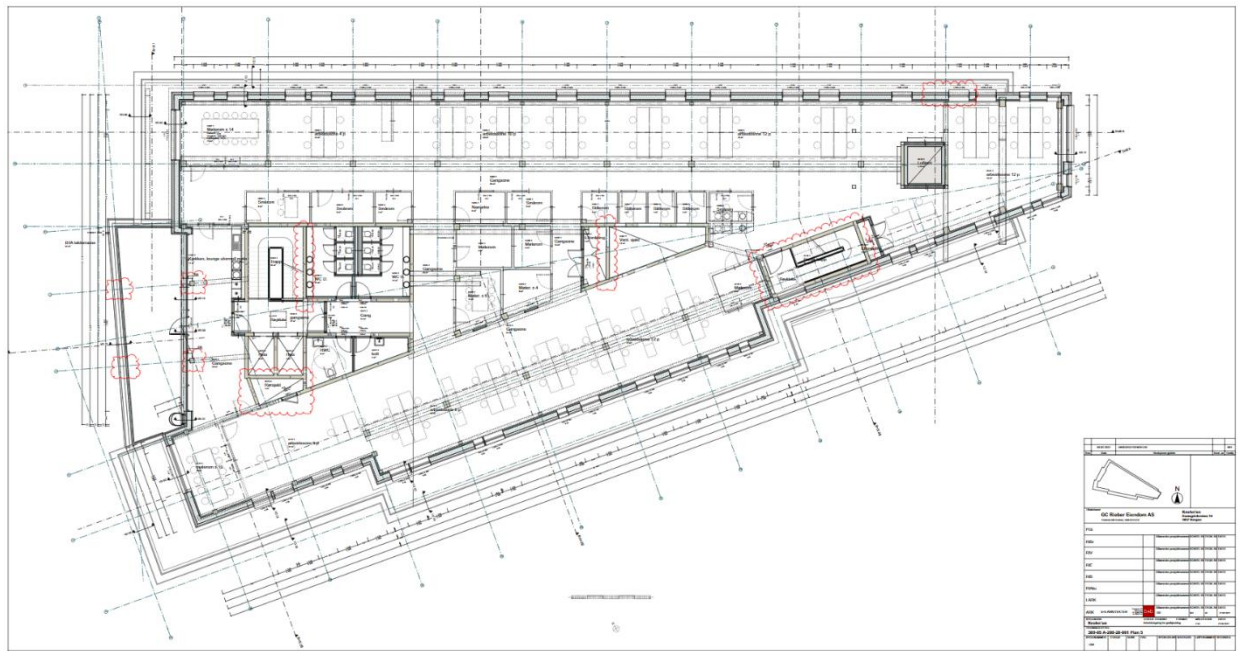
Vedlegg A3: Plan 3



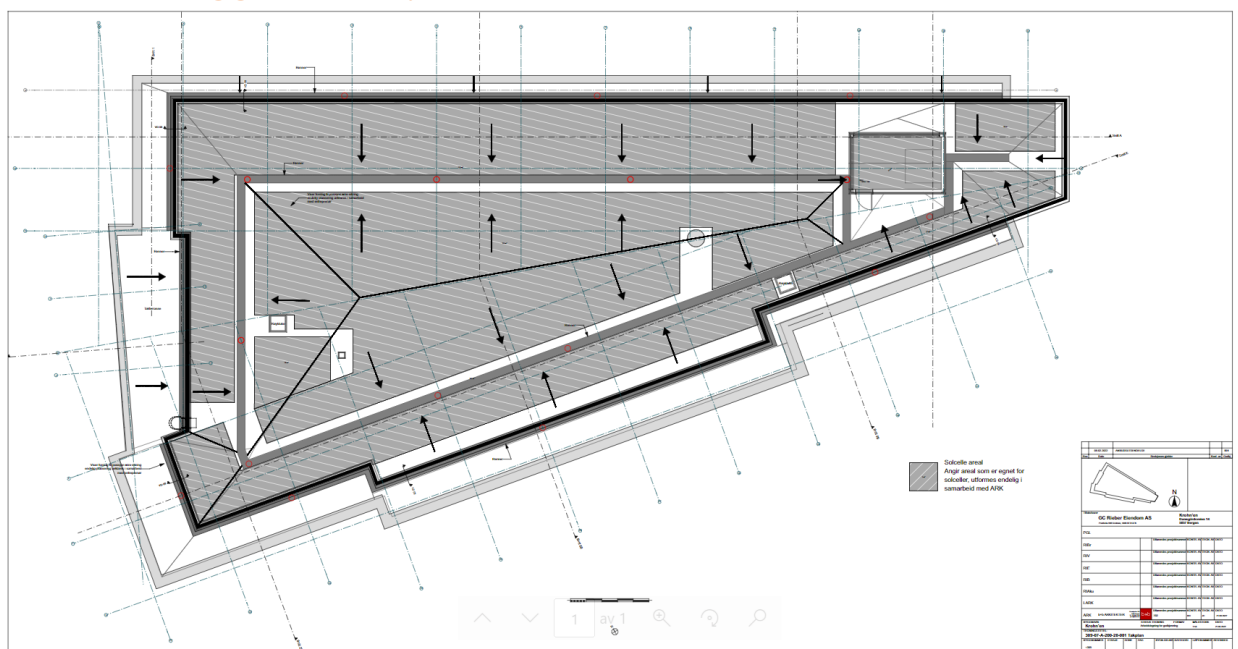
Vedlegg A4: Plan 4



Vedlegg A5: Plan 5



Vedlegg A6: Takplan



Vedlegg B: Laster

Vedlegg B1: Egenlast

Vertikale laster

Egenlast

$$HD320 := 4 \frac{kN}{m^2}$$

Egenlast hulldekke HD320

$$Himling := 0.15 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for himling

$$Teknisk := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for tekniske føringer

$$Vegg_{inne} := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for innervegger

$$Vegg_{ute} := 0.3 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for yttervegger

$$Gulv := 0.2 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for gulv

$$Lettak := 0.7 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for Lett tak

$$Avretning := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

Tillegg for Avretning

$$q_{p\ddot{a}f\ddot{o}rt} := Himling + Teknisk + Vegg_{inne} + Vegg_{ute} + Gulv + Lettak + Avretning = 2.85 \frac{kN}{m^2}$$

$$qk := q_{p\ddot{a}f\ddot{o}rt} + HD320 = 6.85 \frac{kN}{m^2}$$

Har litt i banken, regner derfor med $7 \frac{kN}{m^2}$ som karakteristisk egenvekt, til konservativ side

$$qk_{gjeldende} := 7 \frac{kN}{m^2}$$

Vedlegg B2: Nyttelast

Nyttelast - Kontor

Kategori B, NS-EN 1991-1-1, Tabell
N.A 6.1

$$q_{kn} := 3 \frac{kN}{m^2}$$

Tabell N.A.6.2

$$Q_{kn} := 2 \text{ kN}$$

Nyttelast - Inngangsparti

Kategori C3, NS-EN 1991-1-1, Tabell
N.A 6.1

$$q_{k_{inngang}} := 5 \frac{kN}{m^2}$$

Tabell N.A.6.2

$$Q_{k_{inngang}} := 4 \text{ kN}$$

Vedlegg B3: Snølast

SNØLAST

Referanser til standarder

NS-EN 1991-1-3: Laster på konstruksjoner - snølaster

NA.4.1

Tab NA.4.1(901)

$$s_{k0} := 2.0 \frac{kN}{m^2}$$

$$H_g := 150 \text{ m}$$

$$\Delta s_k := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

$$H := 15 \text{ m}$$

$$H < H_g$$

$$s_k := s_{k0}$$

$$s_k := 2.0 \frac{kN}{m^2}$$

Snølast på tak og innskrenkningsdel

Tab. 5.2

$$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$$

(Takvinkel: 0°)

$$\mu_1 := 0.8$$

Snølastens formfaktor

$$C_t := 1.0$$

Termisk koeffisient

$$C_e := 1.0$$

Eksponeringskoeffisient

Tab 5.1

(5.1)

5.2(8)

$$S_1 := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$S_1 := 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

Fønning på siden

5.3.6

$$\alpha \leq 15^\circ$$

$$\mu_s := 0$$

Figur 5.6

$$b_1 := 22 \text{ m}$$

$$b_2 := 4 \text{ m}$$

$$h := 4 \text{ m}$$

(5.8)

$$\gamma := 2.0 \frac{kN}{m^3}$$

Snøens tyngdedetthet

(5.8)

$$\mu_w := \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} \leq \frac{\gamma \cdot h}{s_k}$$

$$\mu_w := 3.25 \leq 5$$

MERKNAD 1

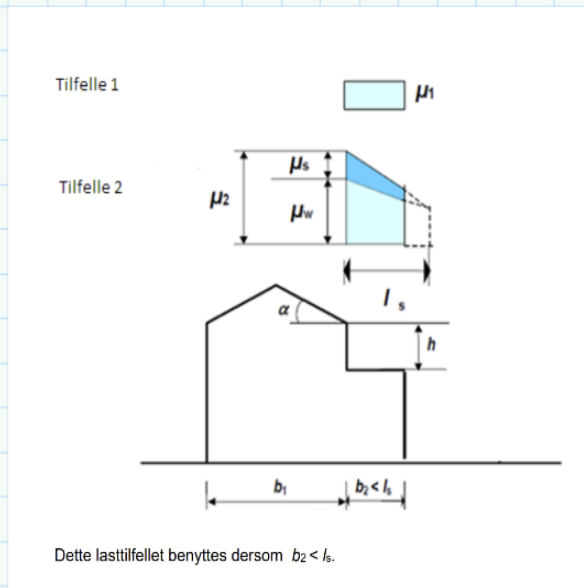
Anbefalt omfang er $0.8 \leq \mu_w \leq 4$

(5.7) $\mu_2 := \mu_s + \mu_w$ $\mu_2 := 4.0$ *Konservativt*

(5.9) $L_s := 2 \cdot h$ $L_s = 8 \text{ m}$

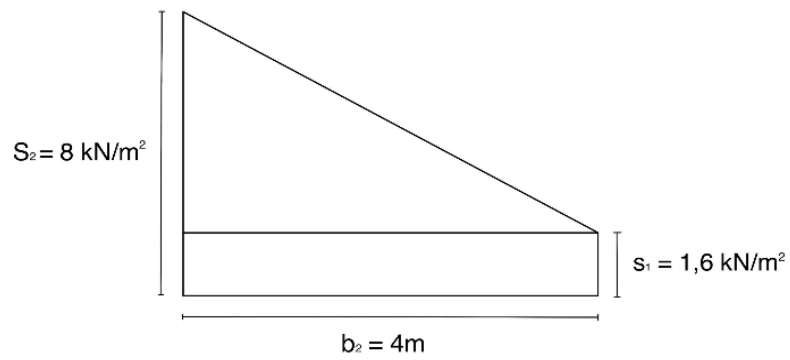
MERKNAD 2 $5 \text{ m} \leq L_s \leq 15 \text{ m}$

Figur 5.6 $b_2 < L_s$



Vi må bruke den andre tegningen i standarden. Den som sier at b_2 er mindre enn L_s . Beregningen forenkles med å gjøre fonningslasten jevnt fordelt og legges sammen med den ordinære snølasten S_1 og gir en total jevnt fordelt last som er enklere å regne med

Snølast med fonning



$$S_2 := \mu_2 \cdot s_k$$

$$S_2 = 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Fonning

$$y := S_2 - S_1$$

$$y = 6.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Fonning minus ord.last

$$S_{total} := \frac{y}{2} + S_1$$

$$S_{total} = 4.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Total jevnt fordelt snølast

Vedlegg B4: Vindlast

VINDLAST

Referanser til standarder

NS-EN 1991-1-4: Laster på konstruksjoner - vindlast

Referansevindhastighet Bergen Kommune

$$v_{b0} := 26 \frac{m}{s}$$

Tabell NA.4 (901.1)

Høydefaktor

$$H := 15 \text{ m} < H_0 := 900 \text{ m} \rightarrow C_{alt} := 1.0$$

Tabell NA.4 (901.1)

Retningsfaktor

Bruker konservativt $C_{dir} := 1.0$ for alle retninger.

Tabell NA. 4 (901.4)

Sesongfaktor

$C_{season} := 1.0$ Bygget er permanent gjennom alle sesonger.

NA. 4.2 (2)

Sannsynlighetsfaktor

$C_{prob} := 1.0$ Velger som normalt 50 års returperiode

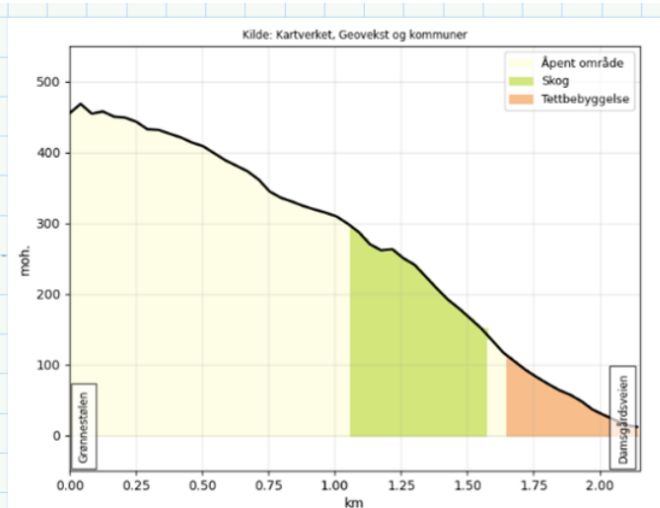
NA. 4.2 (2)

Vindkasthastighet

$$v_b := v_{b0} \cdot C_{dir} \cdot C_{alt} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} = 26 \frac{m}{s}$$

Vind fra Løvstakken

Det er en avstand fra topp på løvstakken til bygget på 2000m.
Der høydeforskjellen er på 450m.



Hellingsvinkel = 12.7°

Figur NA. 4 (901.5)

$$C_0 := 1.0$$

$$K_I := 1.0$$

Terrengruhetetskategori - 3

$$k_r := 0.22$$

Høyde på bygget over terreng

$$z := 20.6 \text{ m} > z_{min} := 8 \text{ m}$$

$$z_0 := 0.3 \text{ m}$$

Faktor for terrengruhet (4.4)

$$C_{rz} := k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0.93 > C_r(z_{min}) := 0.22 \cdot \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) = 0.722$$

Vindlasten

$$K_p := 3.5$$

(toppfaktor)

$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

(lufttetthet)

$$v_{mz} := C_{rz} \cdot C_0 \cdot v_b = 24.191 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$I_{vz} := \frac{K_I}{C_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = 0.236$$

$$q_{pz} := (1 + 2 \cdot K_p \cdot I_{vz}) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot v_{mz}^2 = 0.971 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

NA.4.8

Overgangssone

$$x_b := 4.5 \text{ km}$$

Avstand til annen sone

Bygget befinner seg i terrengruhetskategori 3 som er for sammenhengende småhusbebyggelse, industriområder eller skogsområder. Det er 4.5km til neste sone som er terrengruhetskategori 1, kystnær, opprørt sjø.

$$\Delta n_{BA} := 3 - 1 = 2$$

$$K_3 := 1.0$$

Tabell V.1

$$q_{kast} := q_{pz} \cdot K_3 = 0.971 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Konklusjon

Vindlastøkningen fra åpent terreng blir dimensjonerende. Benytter denne til videre dimensjonering. Bruker vindlasten for vind fra alle retninger.

Vindlast mot vegger

$$h := 20.6 \text{ m}$$

$$b := 32 \text{ m}$$

$$h \leq b$$

Gir lik formprofil over hele høyden

Figur 7.4

$$d := 62 \text{ m}$$

$$e := \min(2 \cdot h, b) = 32 \text{ m}$$

$$e < d$$

Sone A:

$$l_A := \frac{e}{5} = 6.4 \text{ m}$$

Sone B:

$$l_B := \frac{4 \cdot e}{5} = 25.6 \text{ m}$$

Sone C:

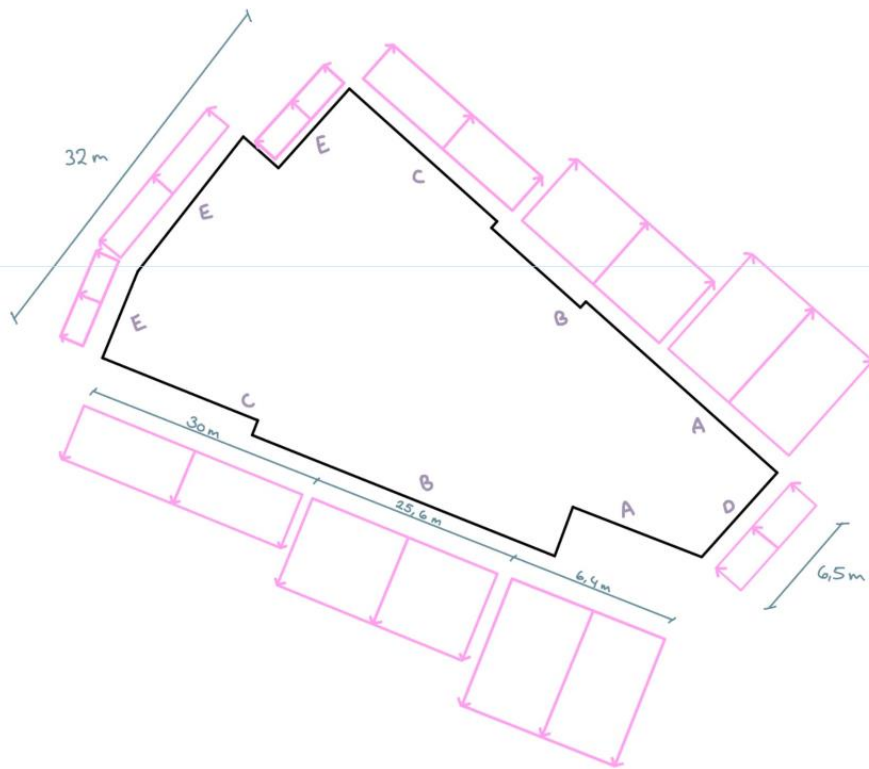
$$l_C := d - e = 30 \text{ m}$$

Sone D:

$$l_D := 6.5 \text{ m}$$

Sone E:

$$l_E := b = 32 \text{ m}$$



Vegger, vind fra Sør-Øst

$$\frac{h}{d} = 0.332$$

Sier at det er tilnærmet lik 0.5 og interpolerer etter det

$$C_{pe} := 10$$

Betraktet belastet areal

Soner:

Tabell 7.1

$$C_A := -1.2$$

$$C_B := -0.8$$

$$C_C := -0.5$$

$$C_D := 0.8$$

$$C_E := -0.4$$

Lastpåvirkning på vegg:

$$p_A := q_{kast} \cdot C_A \cdot l_A = -7.458 \frac{kN}{m}$$

$$p_B := q_{kast} \cdot C_B \cdot l_B = -19.889 \frac{kN}{m}$$

$$p_C := q_{kast} \cdot C_C \cdot l_C = -14.567 \frac{kN}{m}$$

$$p_D := q_{kast} \cdot C_D \cdot l_D = 5.05 \frac{kN}{m}$$

$$p_E := q_{kast} \cdot C_E \cdot l_E = -12.431 \frac{kN}{m}$$

Tak, vind fra Sør-Øst

$$-5^\circ < \alpha < 5^\circ \quad \text{Flatt tak} \quad 7.2.3 (1)$$

$$\text{Sone F:} \quad l_F := \frac{e}{10} = 3.2 \text{ m} \quad \text{Legger sone G og F sammen}$$

$$\text{Sone H:} \quad l_H := \frac{e}{2} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Sone I:} \quad l_I := d = 62 \text{ m}$$

Formfaktor for tak: Taktype er skarp avslutning

Figur 7.6

$$\text{Sone F: } C_F := -1.8 \quad \text{Sone H: } C_H := -0.7 \quad \text{Sone I: } C_I := 0.2$$

Figur 7.6

Lastpåvirkning på tak:

Figur 7.6

$$p_F := q_{kast} \cdot C_F \cdot l_F = -5.594 \frac{kN}{m}$$

$$p_H := q_{kast} \cdot C_H \cdot l_H = -10.877 \frac{kN}{m}$$

Tabell 7.2

$$p_I := q_{kast} \cdot C_I \cdot l_I = 12.042 \frac{kN}{m}$$

Vedlegg B5: Skjevstillingslast

Skjevstillingslast/Geometriske avvik

Laster fra FEM-design

$$G_k := 38000 \text{ kN} \quad (\text{Egenlast})$$

$$P_k := 18390 \text{ kN} \quad (\text{Nyttelast})$$

$$S_k := 1105 \text{ kN} \quad (\text{Snølast})$$

$$Q_{d1} := G_k \cdot 1.2 + P_k \cdot 1.5 + S_k \cdot 1.05 = (7.435 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$Q_{d2} := G_k \cdot 1.35 + P_k \cdot 1.05 + S_k \cdot 1.05 = (7.177 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

Helning

$$\theta_0 := \frac{1}{200} \quad (\text{Basisverdien for skjevstilling})$$

$$h := 20.6 \quad (\text{Høyden på bygget})$$

$$\alpha_h := \frac{2}{\sqrt{h}} = 0.441 \quad (\text{Må være mellom } 2/3 \text{ og } 1)$$

$$\alpha_h := \frac{2}{3} \quad (\text{Reduksjonsfaktor for høyde})$$

$$m := 13 \quad (\text{Søyler i en rad som ikke bærer mindre enn } 50\% \text{ av gjennomsnitt verdien av søylene})$$

$$\alpha_m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0.734 \quad (\text{Reduskjonfaktor for antall søyler i en rad})$$

$$\theta_i := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.002$$

$$Q_d := Q_{d1} = (7.435 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$\text{Skjev} := \theta_i \cdot Q_d = 181.848 \text{ kN}$$

Vedlegg B6: Seismisitet

Jordskjelv

Utelatelsekriterie 1

- Konstruksjoner i seismisk klasse I;

Kontorer gir seismisk klasse II.

[NA.4 (902)]

Utelatelsekriterie 2

- Konstruksjoner der grunntype er A-E og med beliggenhet der grunnakselerasjon inklusiv grunnforsterkning tilfredsstillers formelen;

$$a_g S \leq 0.50 \frac{m}{s^2}$$

Bergen --> $a_{gR} := 0.55 \frac{m}{s^2}$

Spissverdi for berggrunnsakselerasjon

$$S := 1.35$$

Grunntype B

$$\gamma_1 := 1.0$$

Seismisk klasse 2 [NA.4 (901)]

$$a_g := a_{gR} \cdot \gamma_1 = 0.55 \frac{m}{s^2}$$

$$a_g \cdot S = 0.743 \frac{m}{s^2} \text{ som er større enn } 0.5 \frac{m}{s^2}$$

Utelatelsekriterium 3

- Konstruksjoner der grunntype er A-E med beliggenhet der grunnakselerasjon tilfredsstillers formelen

$$a_g \leq 0.3 \frac{m}{s^2}$$

$$a_g = 0.55 \frac{m}{s^2} \text{ som er større enn } 0.3 \frac{m}{s^2}$$

Utelatelsekriterium 4

- Konstruksjoner der grunntype er A-E med en dimensjonerende brukstid mindre eller lik 2 år;

Bygninger blir vanligvis dimensjonert for 50 til 100 år

Utelatelsekriterium 5

- konstruksjoner med dimensjonerende akselerasjon $S_d \leq 0,50 \text{ m/s}^2$ beregnet med

a) konstruksjonsfaktor $q \leq 1,5$,

b) ingen reduksjon av stivhetsegenskapene etter 4.3.1(7) og

c) med en konservativ antakelse av stivhet i grunn

$$C_t := 0.05 \quad H := 20.6 \quad 4.3.3.2.2 \text{ (3)}$$

$$T_1 := C_t \cdot H^{\frac{3}{4}} = 0.483 \quad \text{Bygninger med Høyde opptil 40m} \quad (4.6)$$

Tabell 3.2 – Verdier for parametere som beskriver de anbefalte elastiske responsspektrene av type 1

Grunntype	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0

$$q := 1.5 \quad 3.2.2.5 \text{ (6)}$$

$$S := 1.2$$

$$T_B \leq T_1 \leq T_C \quad (3.14)$$

$$S_d(T) := a_g \cdot 1.2 \cdot \frac{2.5}{q} = 1.1 \frac{m}{s^2} \quad \text{Større enn} \quad 0.5 \frac{m}{s^2}$$

Tabell 3.3 – Verdier for parametere som beskriver de anbefalte elastiske responsspektrene av type 2

Grunntype	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2

$$S := 1.35 \quad T_C := 0.25$$

$$\beta := 0.2 \quad \text{NA 3.2.2.5}$$

$$T_C \leq T_1 \leq T_D \quad (3.15)$$

$$S_d(T) := a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T_1} \right] = [0.64] \frac{m}{s^2} \quad \text{større eller lik} \quad \beta \cdot a_g = 0.11 \frac{m}{s^2}$$

$$0.64 \geq 0.11 \quad 0.64 \frac{m}{s^2} \quad \text{Større enn} \quad 0.5 \frac{m}{s^2}$$

Vedlegg B7: Påkjøringslast

PÅKJØRINGSLAST

SØYLE HUP 200x10:

Tverrsnittsklasse: $h := 200 \text{ mm}$ $t := 10 \text{ mm}$

$$d := h - t \cdot 2 = 180 \text{ mm}$$

$$\frac{d}{t \cdot \varepsilon} = 22.123$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.814$$

$22.123 < 33 \rightarrow$ tv.sn.kl. 1

$\alpha := 0.21$ (imperfeksjonskurve a)

Tabell 6.2 - varmformet

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{stål kvalitet})$$

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 7450 \text{ mm}^2 \quad (\text{bruttotverrsnitt})$$

$$I := 4.42 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$L := 4100 \text{ mm} \quad (\text{Knekk lengde})$$

$$\gamma_{M1} := 1.05$$

6.2.6 (6) Kontroll skjærknekking

$$\eta := 1.0$$

$$\frac{d}{t} = 18 \quad \text{mindre enn} \quad 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} = 58.58 \quad \text{Ingen skjærknekking}$$

FASTHOLDT SYSTEM

$$N_{cr} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} = (5.45 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$i := \sqrt{\frac{I}{A}} = 0.077 \text{ m}$$

$$\lambda_{merket} := \sqrt{A \cdot \frac{f_y}{N_{cr}}} = 0.697$$

$$\lambda := \frac{L}{i} = 53.229$$

$$\phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_{merket} - 0.2) + \lambda_{merket}^2) = 0.795$$

$$\lambda_{merket_2} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.697$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{\text{merket}}^2}} = 0.849 \quad (\text{Reduksjonsfaktor}) \quad (6.49)$$

Last i andre etasje

$$N_{bRd} := \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = (2.139 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad N_{Ed.2} := 677.059 \text{ kN} \quad (\text{Vedlegg Søyler})$$

Tabell NA.4.1 – Veiledende dimensjonerende ekvivalente statiske krefter forårsaket av støt fra kjøretøyer mot konstruksjonsdeler som understøtter konstruksjoner over eller langs vegbaner

Dimensjoneringsklasse	Kraft $F_{dx}^{a,b}$ (kN)	Kraft $F_{dy}^{a,b}$ (kN)
Veger med fartsgrense større enn eller lik 80 km/h	1 000	500
Veger med fartsgrense 60 eller 70 km/h	750	375
Veger og gater med fartsgrense mindre enn eller lik 50 km/h	500	250
Alle vegkategorier for biltrafikk, det regnes en støtkraft i vilkårlig høyde	100	50
Gang og sykkelveger	150	75
Gårdsplasser og parkeringshus med tilkomst for:		
Biler	50	25
Lastebiler ^c	150	75

^a Indeks x er for kjøreretningen for normal trafikk. Indeks y er for retning vinkelrett på kjøreretningen for normal trafikk.
^b Det kan tas hensyn til reduksjon av støtkreftene der det treffes tiltak for å forhindre påkjørsel, for eksempel kjøresterke rekkverk.
^c Termen "lastebil" refererer til motorvogn med maksimal totallast større enn 3,5 tonn.

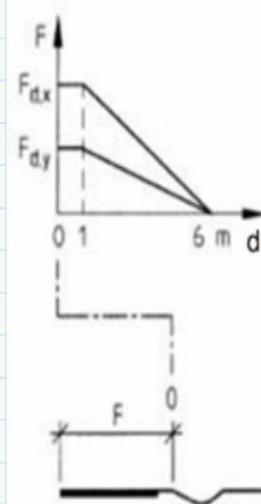
Gaten ved siden av Krohnen har en fart på 40 km/h som gir en kraft på 500kN.

Bygget er 5 meter unna vegen.

$$P := \frac{500 \text{ kN}}{6} = (8.333 \cdot 10^4) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a := 1 \text{ m}$$

$$b := 3.1 \text{ m}$$



	$\frac{Pb}{L}$	$\frac{Pa}{L}$	$\frac{Pab}{L}$ [x = a]	$\frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI} (3\alpha - 4\alpha^3)$ (a ≤ b)
--	----------------	----------------	----------------------------	---

Tverrsnittskontroll

$$M_{Ed} := \frac{P \cdot a \cdot b}{L}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05 \quad W_{el} := 4.42 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Ed} = 63.008 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \cdot W_{el} = 149.438 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} := \frac{N_{bRd}}{\chi} = (2.519 \cdot 10^6) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Von Mises:

$$\frac{N_{Ed.2}}{N_{Rd}} = 0.269$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.422$$

$$0.269 + 0.425 = 0.694$$

$$0.694 \leq 1.0 \rightarrow \text{tv.sn.-kontroll OK!}$$

6.61:

$$\alpha_h := 0$$

$$C_{my} := 0.95 + 0.05 \cdot \alpha_h = 0.95$$

$$N_{Rk} := N_{Rd} \cdot \gamma_{M1} = (2.645 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$k_{yy} := C_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \cdot \lambda_{merket} \cdot \frac{N_{Ed.2}}{\chi \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 1.076$$

$$\chi_{LT_hup} := 1.0 \quad (\text{Hulprofil vipper ikke})$$

$$6.61: \frac{N_{Ed.2}}{N_{bRd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT_hup} \cdot M_{Rd}} = 0.77$$

$$0.77 \leq 1.0 \rightarrow \text{OK, ingen knekking!}$$

Skjærkraft - kontroll av HUP200x10:

$$V_{Ed} := \frac{P \cdot b}{L} = (6.301 \cdot 10^4) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \quad \tau_{Rd} := \frac{fy}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.952 \cdot 10^8) \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \quad (6.19)$$

$$W_{pl} := 5.26 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$S := \frac{W_{pl}}{2} = (2.63 \cdot 10^5) \text{ mm}^3 \quad \tau_{Ed} := \frac{V_{Ed} \cdot S}{I \cdot t} = (3.749 \cdot 10^7) \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \quad (6.20)$$

$\tau_{Ed} \cdot 2 < \tau_{Rd}$ --> ok for skjærspenning

HUP200x10 har tilstrekkelig kapasitet

Vedlegg C: Avstivning, håndberegninger

Vedlegg C1: Lastkombinasjon 1

Vedlegg C1.1: Skive 1

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 1, side 1 3000x3000

$$Høyde_{3,4} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs1.1} := 340 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 3 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{3}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot Høyde_{3,4} \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 278.1 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss1.1} := G \cdot Arm = 417.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} > M_{vs} \quad \text{OK, ingen oppløft!}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs1.1}}{M_{ss1.1}} \cdot 100 = 81.505 \quad 81,5\% \text{ utnyttelse.}$$

Vedlegg C1.2: Skive 2

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 2, side 1 4000x4000

$H\ddot{o}yde := 20.6 \text{ m}$

$M_{vs2.1} := 476 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$Bredde := 4 \text{ m}$

$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ Tetthet betong

$Arm := \frac{4}{2} \text{ m}$

$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 370.8 \text{ kN}$

Moment = $kraft \cdot arm$

$M_{ss2.1} := G \cdot Arm = 741.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ss} > M_{vs}$ OK, ingen oppløft!

$Utnyttelse := \frac{M_{vs2.1}}{M_{ss2.1}} \cdot 100 = 64.186$ 64% utnyttelse.

Vedlegg C1.3: Skive 3

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 3, side 1 6000x2500

$$Høyde_{3,4} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs3.1} := 1824 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 6 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{6}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot Høyde_{3,4} \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 556.2 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss3.1} := G \cdot Arm = (1.669 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{ss} > M_{vs}$ Oppløft uten beregning for hulldekker og egenvekt av trapp.

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs3.1}}{M_{ss3.1}} \cdot 100 = 109.313 \quad 109\% \text{ utnyttelse} = 9\% \text{ overskridelse.}$$

Det er ikke med-beregnet for hulldekker, som vil være med å oppveie denne skiven til riktig side. Dermed OK.

Vedlegg C1.4: Skive 4

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 4, side 4 7000x4000

$$H\ddot{o}yde_{3,4} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs4.4} := 2488 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T\ddot{y}kkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 7 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{7}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde_{3,4} \cdot T\ddot{y}kkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 648.9 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss4.4} := G \cdot Arm = (2.271 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{ss} > M_{vs}$ Oppløft uten beregning for hulldekker og egenvekt av trapp.

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs4.4}}{M_{ss4.4}} \cdot 100 = 109.548 \quad 109\% \text{ utnyttelse.} = 9\% \text{ overskridelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Dermed OK.

Vedlegg C1.5: Skive 5

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 5, side 4 8000x3000

$$H\ddot{o}yde := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs5.4} := 2966 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 8 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{8}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 741.6 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss5.4} := G \cdot Arm = (2.966 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} > M_{vs} \quad \text{OK, ingen oppl\ddot{o}ft!}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs5.4}}{M_{ss5.4}} \cdot 100 = 99.987 \quad 100\% \text{ utnyttelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Dermed OK.

Vedlegg C1.6: Skive 7

Beregning for lastkombinasjon 1- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 7, side 1 10000

$$\text{Høyde} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs7.1} := 3605 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Tykkelse} := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$\text{Bredde} := 10 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$\text{Arm} := \frac{10}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot \text{Høyde} \cdot \text{Tykkelse} \cdot \text{Bredde} \cdot 0.9 = 927 \text{ kN}$$

Moment = $\text{kraft} \cdot \text{arm}$

$$M_{ss7.1} := G \cdot \text{Arm} = (4.635 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} > M_{vs} \quad \text{OK, ingen oppløft!}$$

$$\text{Utnyttelse} := \frac{M_{vs7.1}}{M_{ss7.1}} \cdot 100 = 77.778 \quad 78\% \text{ utnyttelse.}$$

Vedlegg C2: Lastkombinasjon 2

Vedlegg C2.1: Skive 1

Beregning for lastkombinasjon 2- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 1, side 4 3000x3000

$H\ddot{o}yde := 20.6 \text{ m}$

$M_{vs1.4} := 3120 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$Bredde := 3 \text{ m}$

$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ Tetthet betong

$Arm := \frac{3}{2} \text{ m}$

$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 278.1 \text{ kN}$

Moment = $kraft \cdot arm$

$M_{ss1.4} := G \cdot Arm = 417.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ss} < M_{vs}$ Ikke OK, oppløft!

$Utnyttelse := \frac{M_{vs1.4}}{M_{ss1.4}} \cdot 100 = 747.932$ 748% utnyttelse.

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Fortsatt ikke OK, dette må beregnes for i fundament.

Med hulldekke:

$Hulldekke := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 36 \text{ kN}$

Vedlegg C2.2: Skive 2

Beregning for lastkombinasjon 2- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 2, side 2 3000x3000

$$H\ddot{o}yde := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs2.2} := 4839 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 4 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{4}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 370.8 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss2.2} := G \cdot Arm = 741.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} < M_{vs} \quad \text{Ikke OK, oppl\ddot{o}ft!}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs2.2}}{M_{ss2.2}} \cdot 100 = 652.508 \quad 652\% \text{ utnyttelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulledekk og trapp, til konservativ side.
Fortsatt ikke OK, dette m\dd{a} beregnes for i fundament.

Vedlegg C2.3: Skive 3

Beregning for lastkombinasjon 2- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 3, side 4 6000x2500

$$\boxed{H\ddot{o}yde} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs3.4} := 3791 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\boxed{Tykkelse} := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$\boxed{Bredde} := 2.5 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$\boxed{Arm} := \frac{2.5}{2} \text{ m}$$

$$\boxed{G} := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 231.75 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss3.4} := G \cdot Arm = 289.688 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} < M_{vs} \quad \text{Ikke OK, oppl\ddot{o}ft!}$$

$$\boxed{Utnyttelse} := \frac{M_{vs3.4}}{M_{ss3.4}} \cdot 100 = 1.309 \cdot 10^3 \quad 1300\% \text{ utnyttelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Fortsatt ikke OK, dette m\dd{a} beregnes for i fundament.

Med hulldekke:

$$\boxed{Hulldekke} := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 6 \text{ m} \cdot 2.5 \text{ m} = 60 \text{ kN}$$

Vedlegg C2.4: Skive 4

Beregning for lastkombinasjon 2- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 4, side 4 7000x4000

$$\boxed{H\ddot{o}yde} := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs4.4} := 7474 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\boxed{Tykkelse} := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$\boxed{Bredde} := 4 \text{ m}$$

$$\boxed{\rho} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$\boxed{Arm} := \frac{4}{2} \text{ m}$$

$$\boxed{G} := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 370.8 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss4.4} := G \cdot Arm = 741.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} < M_{vs} \quad \text{Ikke OK, oppl\ddot{o}ft!}$$

$$\boxed{Utnyttelse} := \frac{M_{vs4.4}}{M_{ss4.4}} \cdot 100 = 1.008 \cdot 10^3 \quad 1000\% \text{ utnyttelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Fortsatt ikke OK, dette m\dd{a} beregnes for i fundament.

Vedlegg C2.5: Skive 5

Beregning for lastkombinasjon 2- Det er beregnet for den verste siden i skiven

Skive 5, side 3 6000x2500

$$H\ddot{o}yde := 20.6 \text{ m}$$

$$M_{vs3.4} := 3791 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Tykkelse := 0.2 \text{ m}$$

Formel oppdrift: $G \cdot \rho \cdot V \cdot 0.9$

$$Bredde := 3 \text{ m}$$

$$\rho := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Tetthet betong}$$

$$Arm := \frac{3}{2} \text{ m}$$

$$G := \rho \cdot H\ddot{o}yde \cdot Tykkelse \cdot Bredde \cdot 0.9 = 278.1 \text{ kN}$$

Moment = $kraft \cdot arm$

$$M_{ss3.4} := G \cdot Arm = 417.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ss} < M_{vs} \quad \text{Ikke OK, oppl\ddot{o}ft!}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs3.4}}{M_{ss3.4}} \cdot 100 = 908.786 \quad 909\% \text{ utnyttelse.}$$

Det er ikke medberegnet for egenvekt av hulldekke og trapp, til konservativ side.
Fortsatt ikke OK, dette m\dd{a} beregnes for i fundament.

Skive 6 er inaktiv.

Ingen virkning i skive 7 for lastkombinasjon 2.

Vedlegg C3: Forskyvning

Forskyvning - Krav H/500 med data fra V-Skive og FEM-design

Forskyvning - Krav H/500 V-skive

(Betongelementboken, 2016)

$$H\ddot{o}yde := 20600 \text{ mm} \quad K\text{rav} := \frac{H\ddot{o}yde}{500} = 41.2 \text{ mm}$$

$$F\text{orskyvning}_{2.2} := 7.7 \text{ mm}$$

$$U\text{tnyttelse} := \frac{F\text{orskyvning}_{2.2}}{K\text{rav}} \cdot 100 = 18.689$$

Forskyvning - Krav H/500 FEM-Design

$$H\ddot{o}yde := 20600 \text{ mm} \quad K\text{rav} := \frac{H\ddot{o}yde}{500} = 41.2 \text{ mm}$$

$$F\text{orskyvning}_{2.2F} := 22 \text{ mm}$$

$$U\text{tnyttelse} := \frac{F\text{orskyvning}_{2.2F}}{K\text{rav}} \cdot 100 = 53.398$$

Vedlegg D: Avstiving i V-skive

Vedlegg D1: Skiveoversikt

Krohnen - Bacheloroppgave

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 1
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

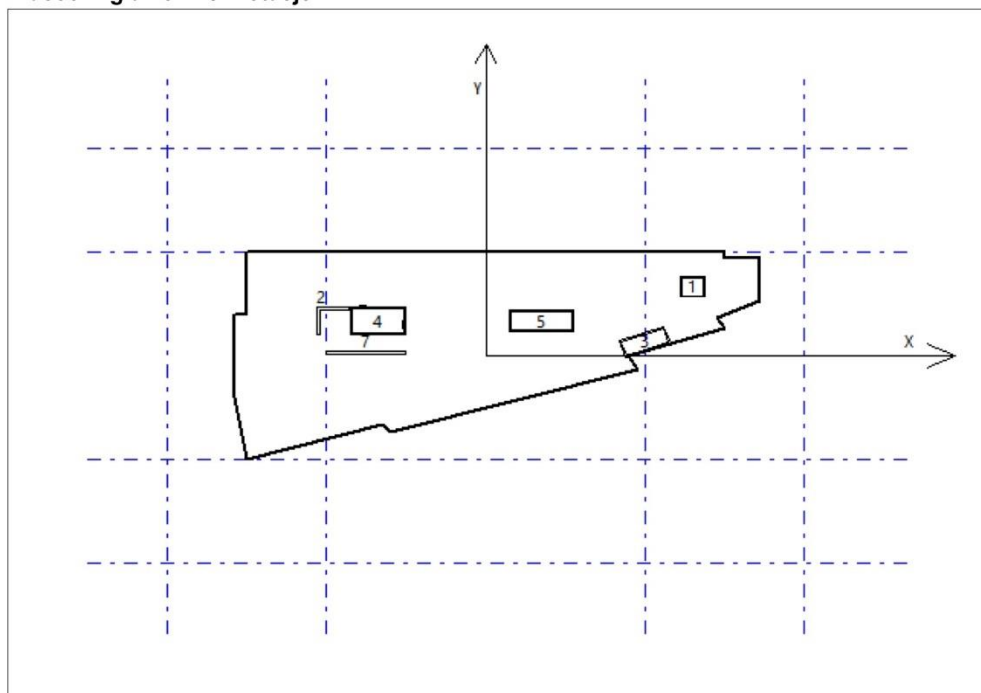
Dataprogram: V-SKIVE versjon 7.3.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Data er lagret på fil: C:\Users\jhbje\Downloads\Bachelor\v-skive_bachelor.sk1
Beregning av forskyvninger er basert på Emodul = 25000 N/mm²
Stivhetsmatrise for veggskiver: Bjelkemodell er benyttet

Antall etasjer:	5
Antall skiver:	7
Antall lasttilfeller:	2
Antall lastkombinasjoner:	4
Antall utsparinger:	4

Etasjehøyder

Etasje nr	Etasjehøyde
1	4100
2	4500
3	4000
4	4000
5	4000

Plassering av skiver i etasje nr. 1

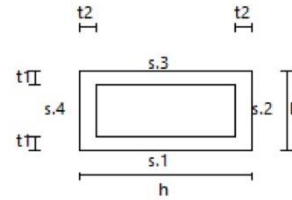


Følgende skiver er ikke aktive : 6

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 2
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

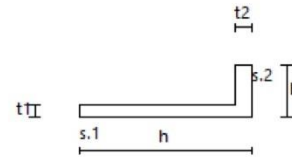
Skive nr 1

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	26000	1	3000	3000	200	200
Y (mm)	10000	2	3000	3000	200	200
V(grader)	0,0	3	3000	3000	200	200
Fra etasje	1	4	3000	3000	200	200
Til etasje	5	5	3000	3000	200	200



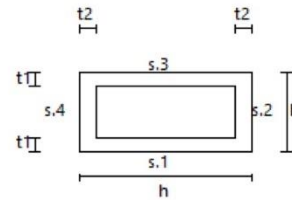
Skive nr 2

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	-21000	1	4000	4000	200	200
Y (mm)	6800	2	4000	4000	200	200
V(grader)	180,0	3	4000	4000	200	200
Fra etasje	1	4	4000	4000	200	200
Til etasje	5	5	4000	4000	200	200



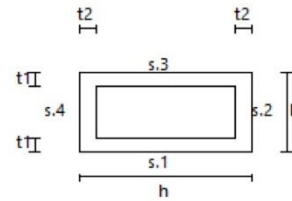
Skive nr 3

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	20000	1	6000	2500	200	200
Y (mm)	2000	2	6000	2500	200	200
V(grader)	-70,0	3	6000	2500	200	200
Fra etasje	1	4	6000	2500	200	200
Til etasje	5	5	6000	2500	200	200



Skive nr 4

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	-13500	1	7000	4000	200	200
Y (mm)	5000	2	7000	4000	200	200
V(grader)	90,0	3	7000	4000	200	200
Fra etasje	1	4	7000	4000	200	200
Til etasje	5	5	7000	4000	200	200

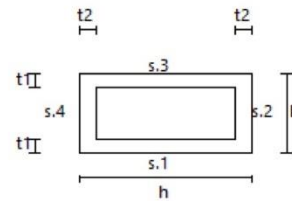


Utsparinger

Etasje	Side	x(mm)	z(mm)	b(mm)	h(mm)
1	1	1000	1000	1000	1000
1	2	1000	1000	1000	1000

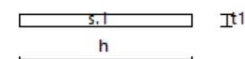
Skive nr 5

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	7000	1	8000	3000	200	200
Y (mm)	5000	2	8000	3000	200	200
V(grader)	90,0	3	8000	3000	200	200
Fra etasje	1	4	8000	3000	200	200
Til etasje	5	5	8000	3000	200	200



Skive nr 7

Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	-15000	1	10000	200
Y (mm)	500	2	10000	200
V(grader)	0,0	3	10000	200

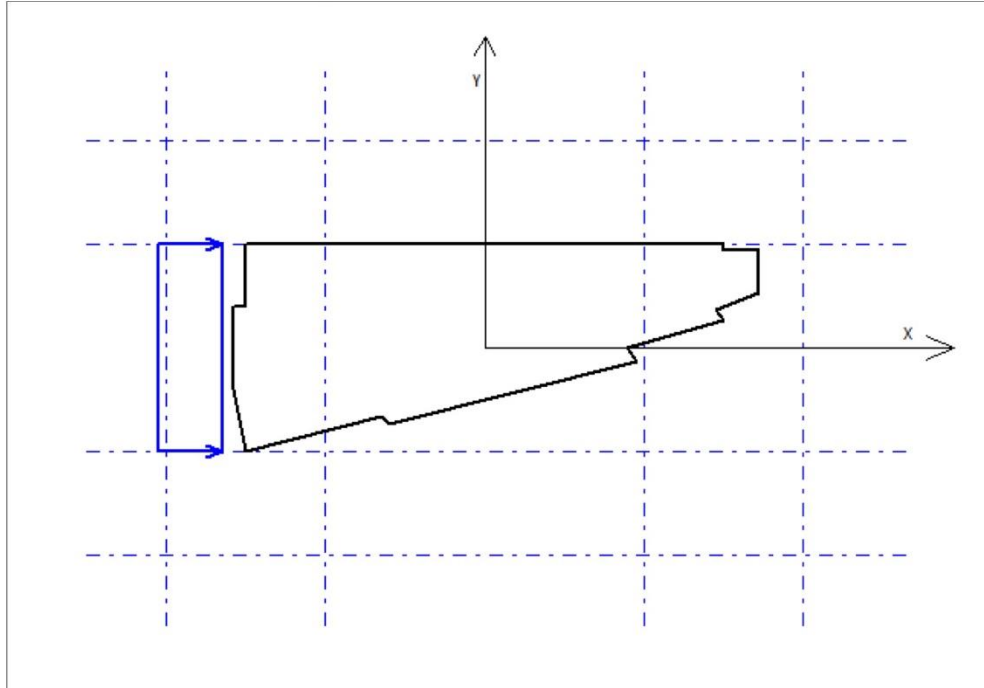


Vedlegg D2: Lasttilfeller

Tittel Bacheloroppgave vår 2023				Side 3
Prosjekt Alternativstudie Krohnen		Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

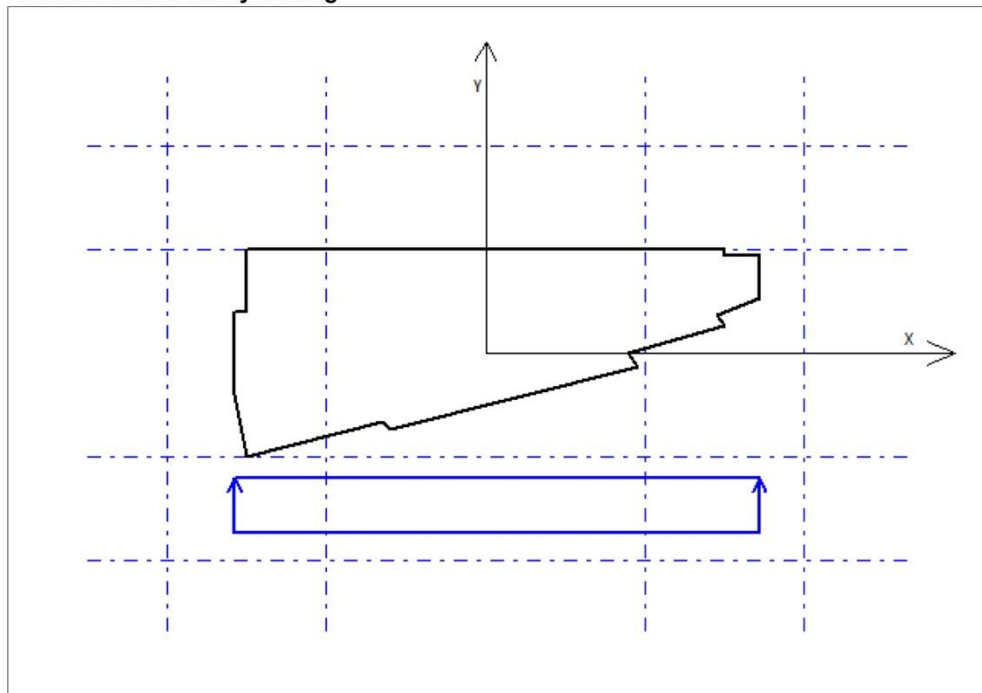
Fra etasje	1	4	10000	200
Til etasje	5	5	10000	200

Lasttilfelle nr 1: Vind x-retning



Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 4
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lasttilfelle nr 2: Vind y-retning



Lastdata for lasttilfelle nr 1: Vind x-retning

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	6,5	-33000	-33000	-15000	15000	1	5

Lastdata for lasttilfelle nr 2: Vind y-retning

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	6,5	-31500	34500	-18000	-18000	1	5

Lastkombinasjoner

Last-kombinasjon	Lasttilfelle nr	
	1	2
1	1	0
2	0	1
3	0	0
4	0	0

Lastfaktorer for horisontallast

Lasttilfelle	Brukgrense	Bruddgrense
1 Vind x-retning	1	1,5
2 Vind y-retning	1	1,5

Titel Bacheloroppgave vår 2023			Side 5
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Påført vertikallast (kN)

Skive nr	over etasje nr 1		over etasje nr 2		over etasje nr 3		over etasje nr 4		over etasje nr 5	
	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lastfaktorer for vertikallast

	Bruksgrense	Bruddgrense
Egenvekt	1,00	1,20
Nyttelast	1,00	1,50

Egenvekt vertikalskiver: 2500 kg/m³

Beregningsresultater

Aksialkraft i skive nr 1 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	224	0	224	269	0	269
4	448	0	448	538	0	538
3	672	0	672	806	0	806
2	924	0	924	1109	0	1109
1	1154	0	1154	1384	0	1384

Aksialkraft i skive nr 2 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	156	0	156	187	0	187
4	312	0	312	374	0	374
3	468	0	468	562	0	562
2	644	0	644	772	0	772
1	803	0	803	964	0	964

Aksialkraft i skive nr 3 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	324	0	324	389	0	389
4	648	0	648	778	0	778
3	972	0	972	1166	0	1166
2	1337	0	1337	1604	0	1604
1	1669	0	1669	2002	0	2002

Aksialkraft i skive nr 4 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	424	0	424	509	0	509
4	848	0	848	1018	0	1018
3	1272	0	1272	1526	0	1526
2	1749	0	1749	2099	0	2099
1	2174	0	2174	2608	0	2608

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 6
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Aksialkraft i skive nr 5 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	424	0	424	509	0	509
4	848	0	848	1018	0	1018
3	1272	0	1272	1526	0	1526
2	1749	0	1749	2099	0	2099
1	2184	0	2184	2620	0	2620

Aksialkraft i skive nr 7 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
5	200	0	200	240	0	240
4	400	0	400	480	0	480
3	600	0	600	720	0	720
2	825	0	825	990	0	990
1	1030	0	1030	1236	0	1236

Lastkombinasjon nr 1 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,0	26000	10000	5	1
0,0	0,0	26000	10000	4	1
0,0	0,0	26000	10000	3	1
0,0	0,0	26000	10000	2	1
0,0	0,0	26000	10000	1	1
0,0	0,0	-21000	6800	5	2
0,0	0,0	-21000	6800	4	2
0,0	0,0	-21000	6800	3	2
0,0	0,0	-21000	6800	2	2
0,0	0,0	-21000	6800	1	2
0,0	0,0	20000	2000	5	3
0,0	0,0	20000	2000	4	3
0,0	0,0	20000	2000	3	3
0,0	0,0	20000	2000	2	3
0,0	0,0	20000	2000	1	3
0,0	0,0	-13500	5000	5	4
0,0	0,0	-13500	5000	4	4
0,0	0,0	-13500	5000	3	4
0,0	0,0	-13500	5000	2	4
0,0	0,0	-13500	5000	1	4
0,0	0,0	7000	5000	5	5
0,0	0,0	7000	5000	4	5
0,0	0,0	7000	5000	3	5
0,0	0,0	7000	5000	2	5
0,0	0,0	7000	5000	1	5
0,0	0,0	-15000	500	5	7
0,0	0,0	-15000	500	4	7
0,0	0,0	-15000	500	3	7
0,0	0,0	-15000	500	2	7
0,0	0,0	-15000	500	1	7

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 7
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 2 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,1	26000	10000	5	1
0,0	0,2	26000	10000	4	1
0,0	0,1	26000	10000	3	1
0,0	0,0	26000	10000	2	1
0,0	-0,2	26000	10000	1	1
0,0	0,1	-21000	6800	5	2
0,0	0,1	-21000	6800	4	2
0,0	0,1	-21000	6800	3	2
0,0	0,0	-21000	6800	2	2
0,0	-0,1	-21000	6800	1	2
0,0	0,1	20000	2000	5	3
0,0	0,2	20000	2000	4	3
0,0	0,2	20000	2000	3	3
0,0	0,1	20000	2000	2	3
0,0	-0,2	20000	2000	1	3
0,0	0,2	-13500	5000	5	4
0,0	0,3	-13500	5000	4	4
0,0	0,3	-13500	5000	3	4
0,0	0,1	-13500	5000	2	4
0,0	-0,3	-13500	5000	1	4
0,0	0,2	7000	5000	5	5
0,0	0,3	7000	5000	4	5
0,0	0,3	7000	5000	3	5
0,0	0,1	7000	5000	2	5
0,0	-0,3	7000	5000	1	5
0,0	0,1	-15000	500	5	7
0,0	0,2	-15000	500	4	7
0,0	0,1	-15000	500	3	7
0,0	0,0	-15000	500	2	7
0,0	-0,2	-15000	500	1	7

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 8
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 3 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,0	26000	10000	5	1
0,0	0,0	26000	10000	4	1
0,0	0,0	26000	10000	3	1
0,0	0,0	26000	10000	2	1
0,0	0,0	26000	10000	1	1
0,0	0,0	-21000	6800	5	2
0,0	0,0	-21000	6800	4	2
0,0	0,0	-21000	6800	3	2
0,0	0,0	-21000	6800	2	2
0,0	0,0	-21000	6800	1	2
0,0	0,0	20000	2000	5	3
0,0	0,0	20000	2000	4	3
0,0	0,0	20000	2000	3	3
0,0	0,0	20000	2000	2	3
0,0	0,0	20000	2000	1	3
0,0	0,0	-13500	5000	5	4
0,0	0,0	-13500	5000	4	4
0,0	0,0	-13500	5000	3	4
0,0	0,0	-13500	5000	2	4
0,0	0,0	-13500	5000	1	4
0,0	0,0	7000	5000	5	5
0,0	0,0	7000	5000	4	5
0,0	0,0	7000	5000	3	5
0,0	0,0	7000	5000	2	5
0,0	0,0	7000	5000	1	5
0,0	0,0	-15000	500	5	7
0,0	0,0	-15000	500	4	7
0,0	0,0	-15000	500	3	7
0,0	0,0	-15000	500	2	7
0,0	0,0	-15000	500	1	7

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 9
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 4 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y (mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,0	26000	10000	5	1
0,0	0,0	26000	10000	4	1
0,0	0,0	26000	10000	3	1
0,0	0,0	26000	10000	2	1
0,0	0,0	26000	10000	1	1
0,0	0,0	-21000	6800	5	2
0,0	0,0	-21000	6800	4	2
0,0	0,0	-21000	6800	3	2
0,0	0,0	-21000	6800	2	2
0,0	0,0	-21000	6800	1	2
0,0	0,0	20000	2000	5	3
0,0	0,0	20000	2000	4	3
0,0	0,0	20000	2000	3	3
0,0	0,0	20000	2000	2	3
0,0	0,0	20000	2000	1	3
0,0	0,0	-13500	5000	5	4
0,0	0,0	-13500	5000	4	4
0,0	0,0	-13500	5000	3	4
0,0	0,0	-13500	5000	2	4
0,0	0,0	-13500	5000	1	4
0,0	0,0	7000	5000	5	5
0,0	0,0	7000	5000	4	5
0,0	0,0	7000	5000	3	5
0,0	0,0	7000	5000	2	5
0,0	0,0	7000	5000	1	5
0,0	0,0	-15000	500	5	7
0,0	0,0	-15000	500	4	7
0,0	0,0	-15000	500	3	7
0,0	0,0	-15000	500	2	7
0,0	0,0	-15000	500	1	7

Lastkombinasjon nr 1 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
5	292,6	0,0	0,5	1	0	0,0026
4	292,6	0,0	1,0	1	0	0,0019
3	292,6	0,0	0,7	1	0	0,0013
2	292,6	0,0	0,1	0	0	0,0007
1	292,4	0,0	-1,1	0	0	0,0002

Lastkombinasjon nr 2 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
5	0,0	644,2	966,1	-1	11	-0,0019
4	-0,1	644,9	966,9	0	8	-0,0015
3	0,0	644,6	966,5	0	6	-0,0010
2	0,0	643,8	965,4	0	3	-0,0006
1	0,1	642,2	963,2	0	1	-0,0002

Lastkombinasjon nr 3 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
5	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
4	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
3	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
2	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
1	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000

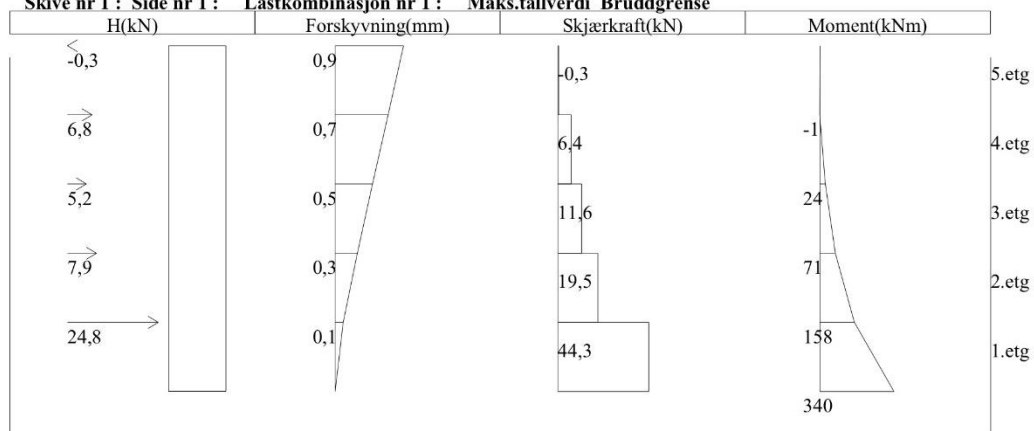
Vedlegg D3: Diagrammer

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 10
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

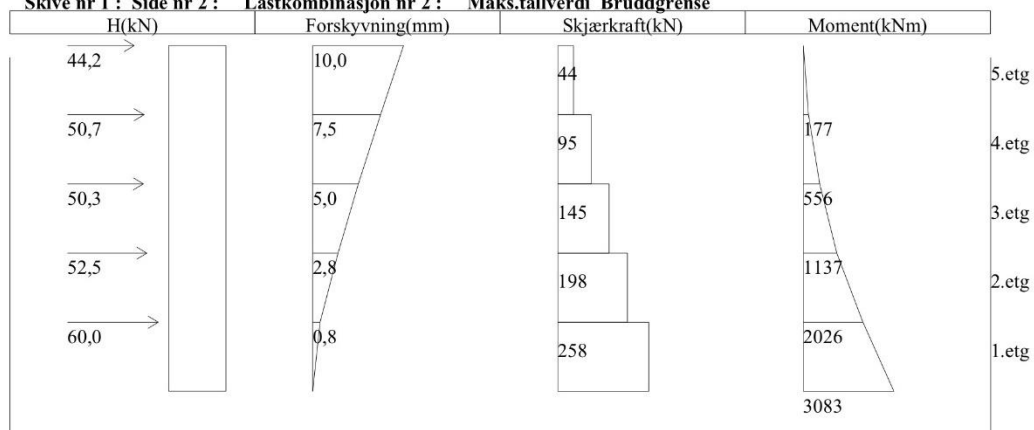
Lastkombinasjon nr 4 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
5	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
4	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
3	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
2	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000
1	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0000

Skive nr 1 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

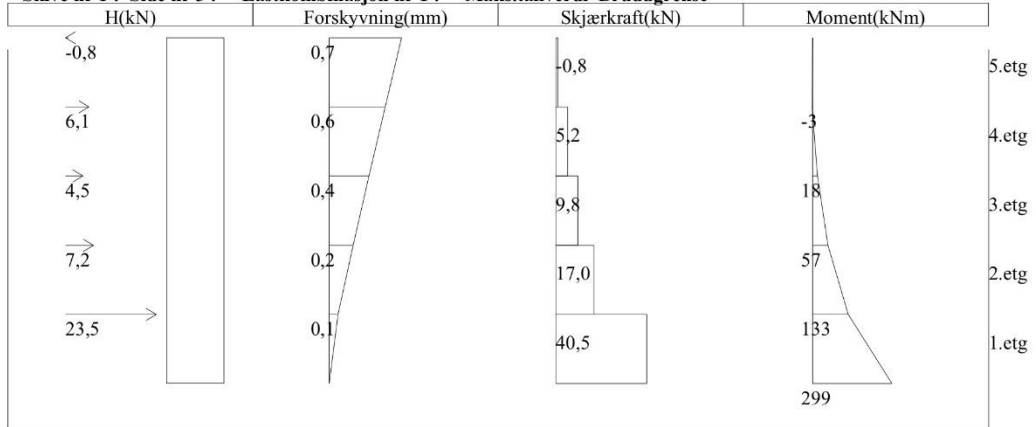


Skive nr 1 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

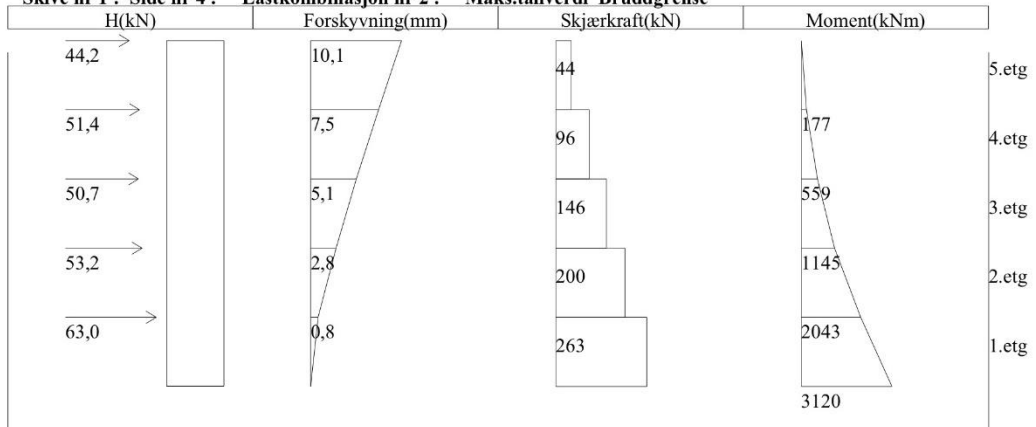


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 11	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 1 : Side nr 3 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

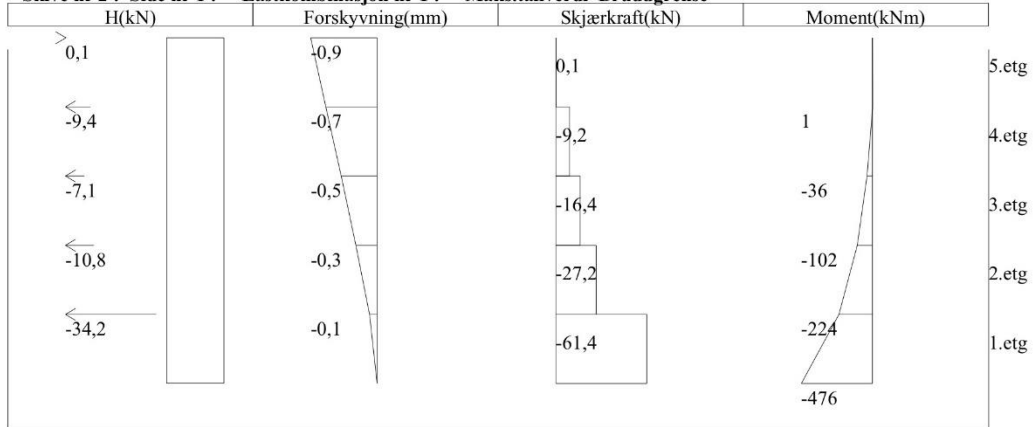


Skive nr 1 : Side nr 4 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

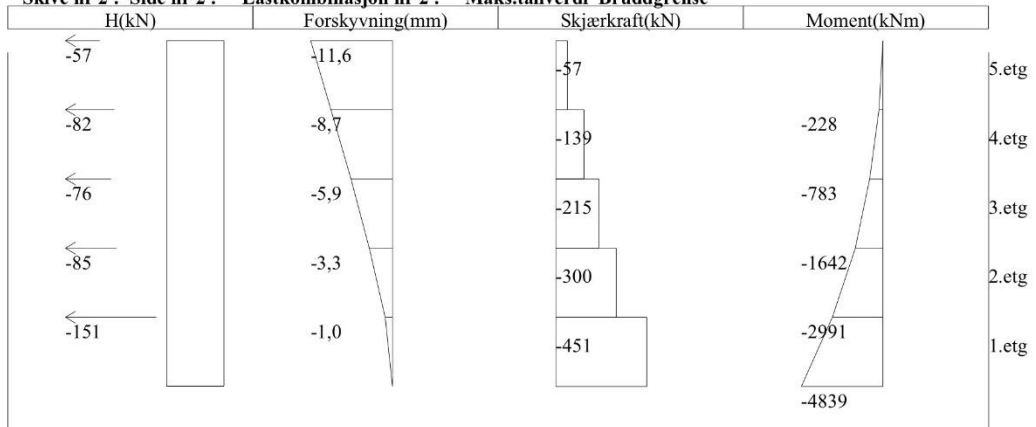


Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 12
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 2 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

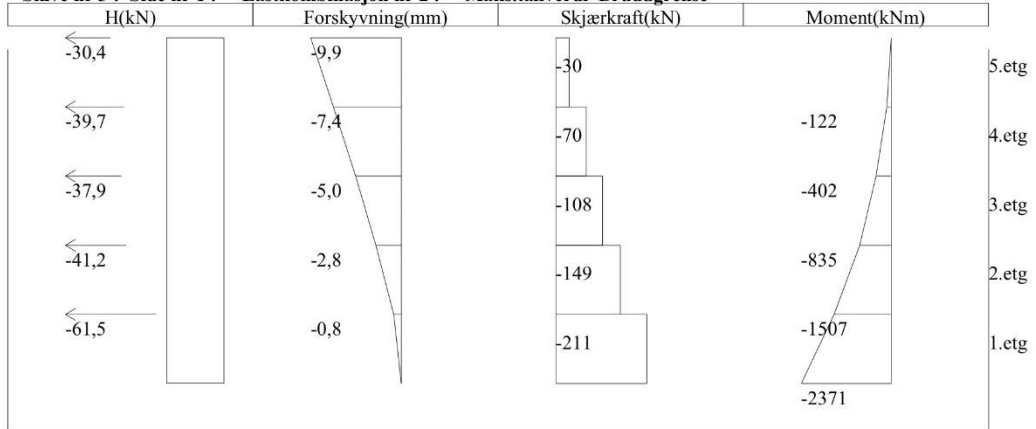


Skive nr 2 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

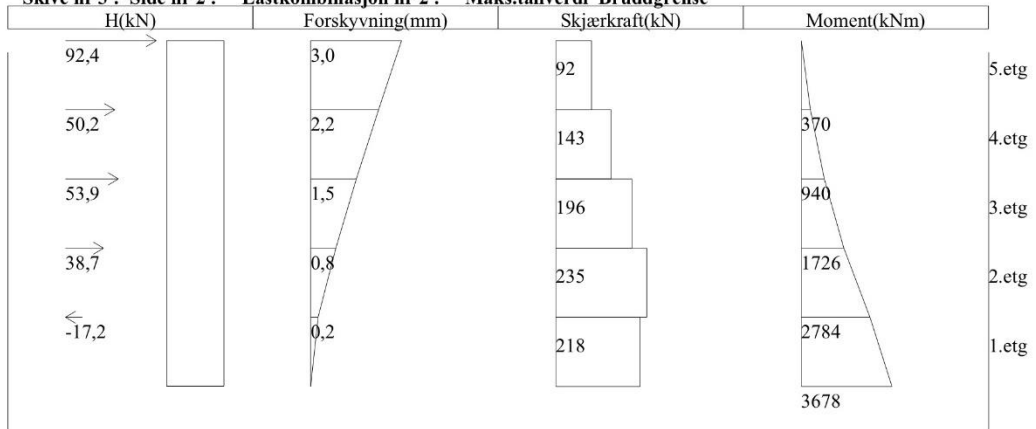


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 13	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 3 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

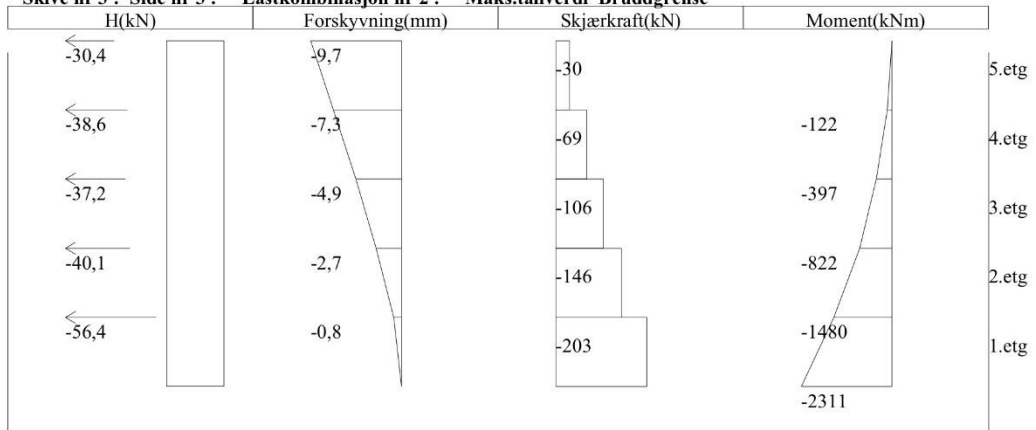


Skive nr 3 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

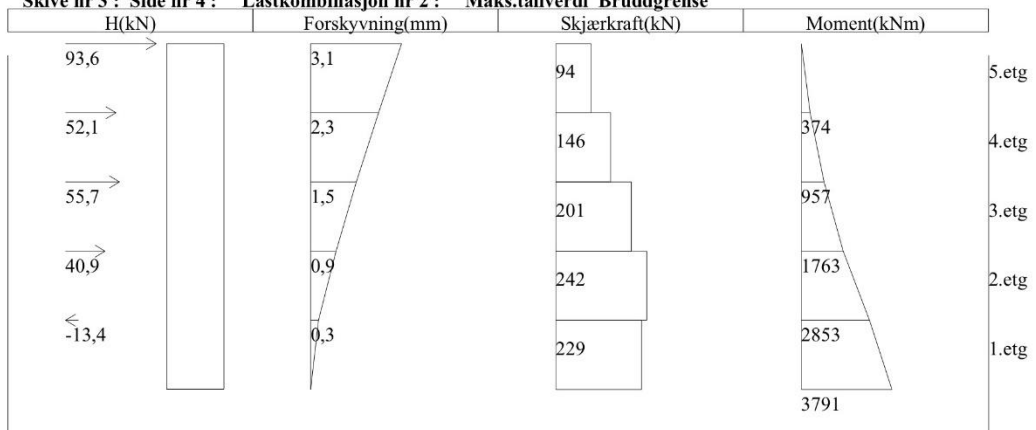


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 14	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 3 : Side nr 3 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

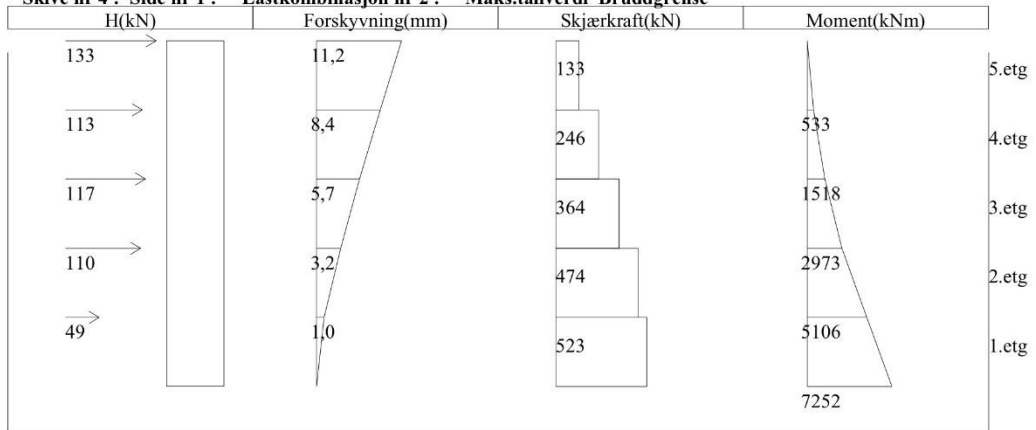


Skive nr 3 : Side nr 4 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

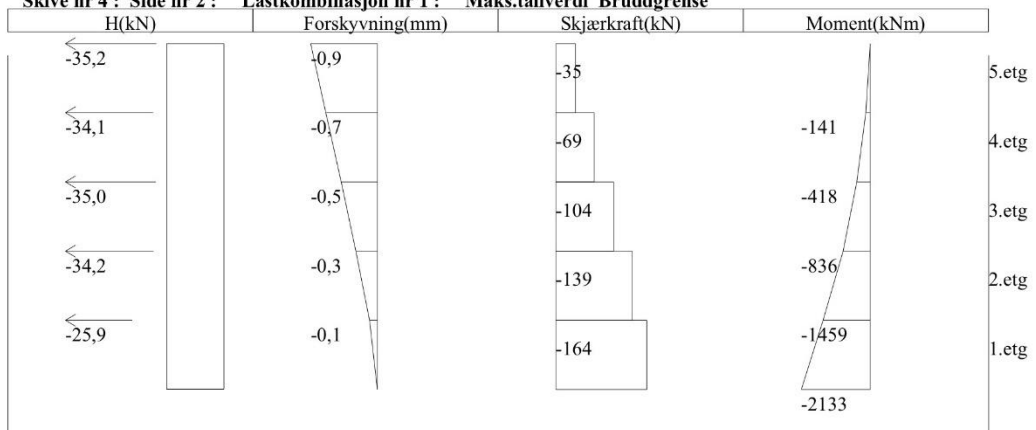


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 15	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 4 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

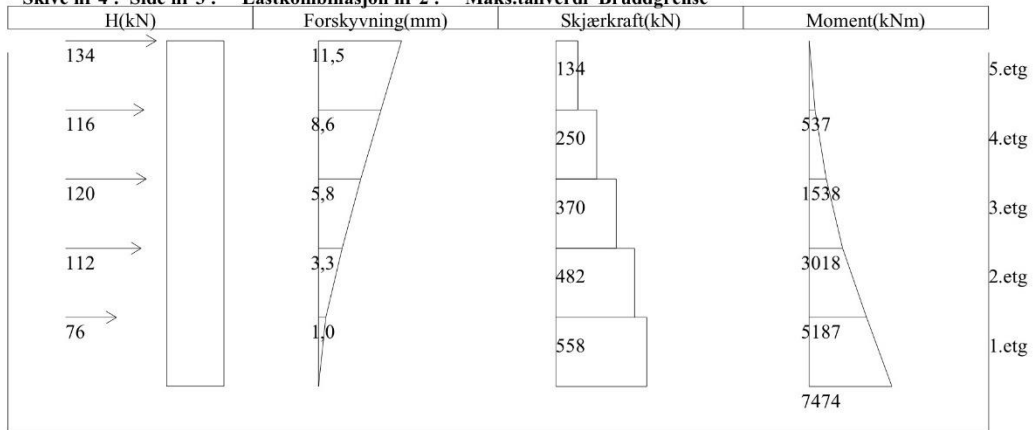


Skive nr 4 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

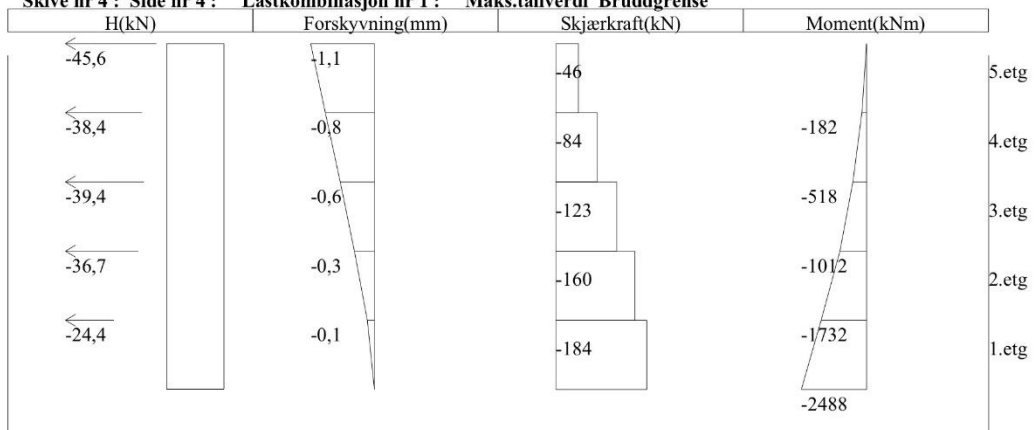


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 16	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 4 : Side nr 3 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

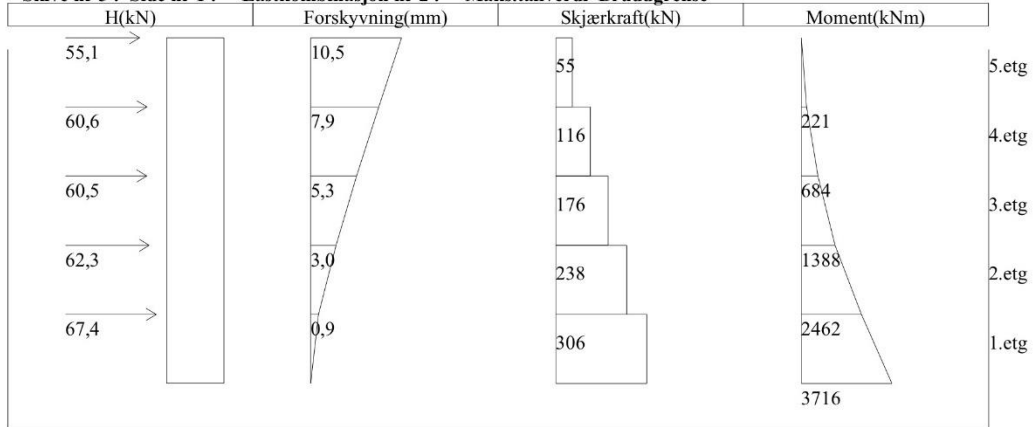


Skive nr 4 : Side nr 4 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

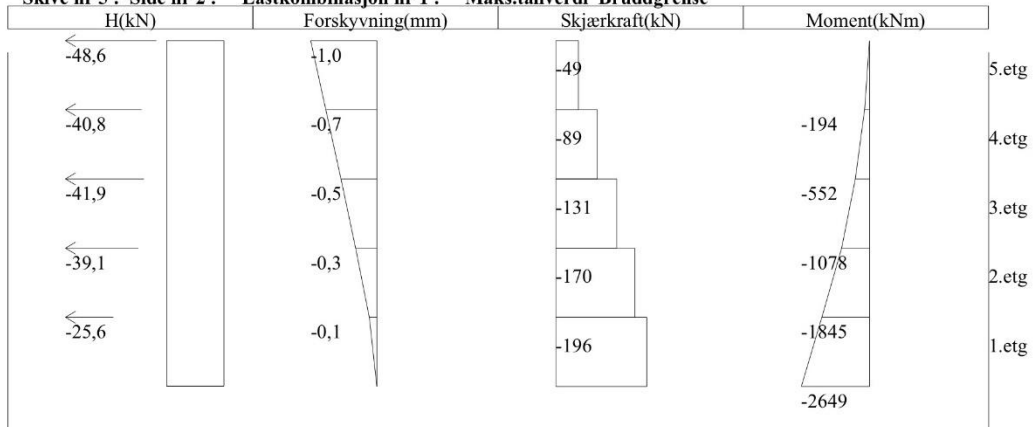


Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 17
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 5 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

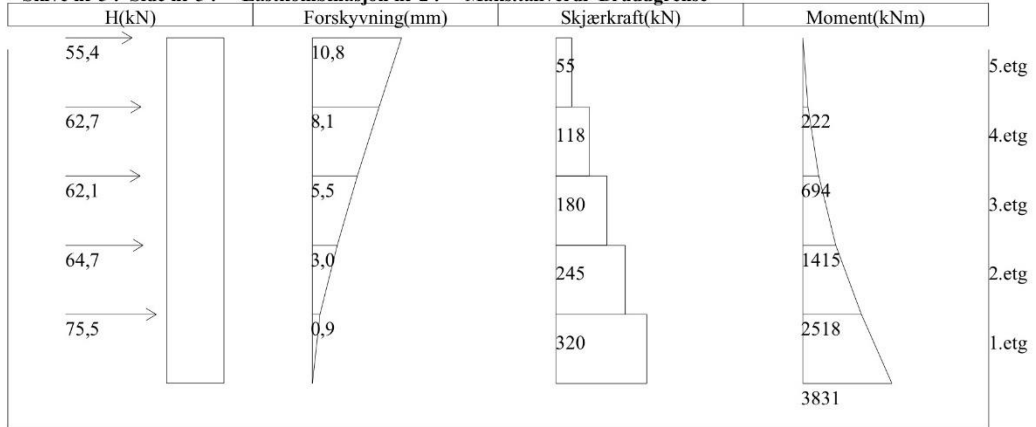


Skive nr 5 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense

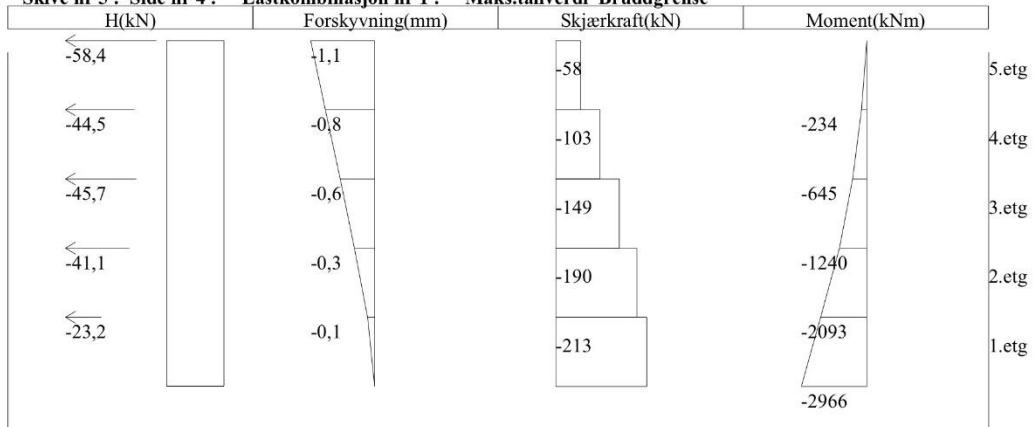


Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 18	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 5 : Side nr 3 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense

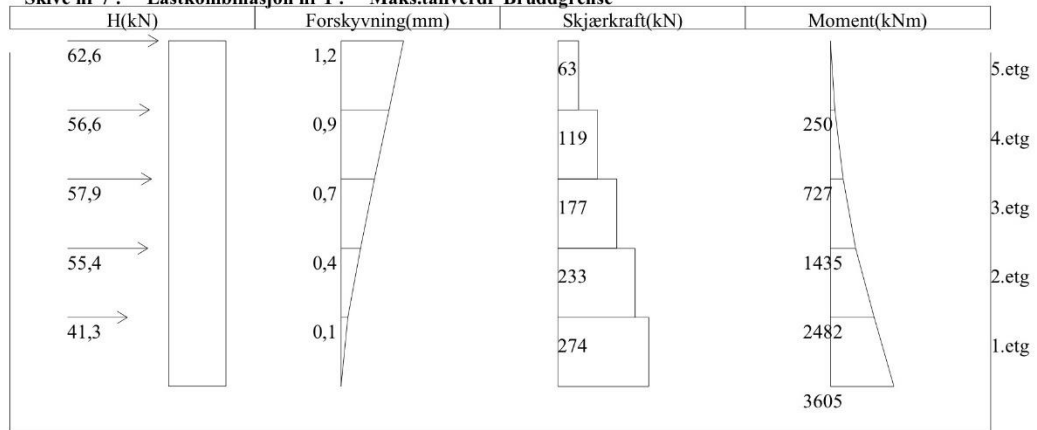


Skive nr 5 : Side nr 4 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense



Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 19
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Skive nr 7 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense



Maksimum og minimum snittkrefter for plane skiver

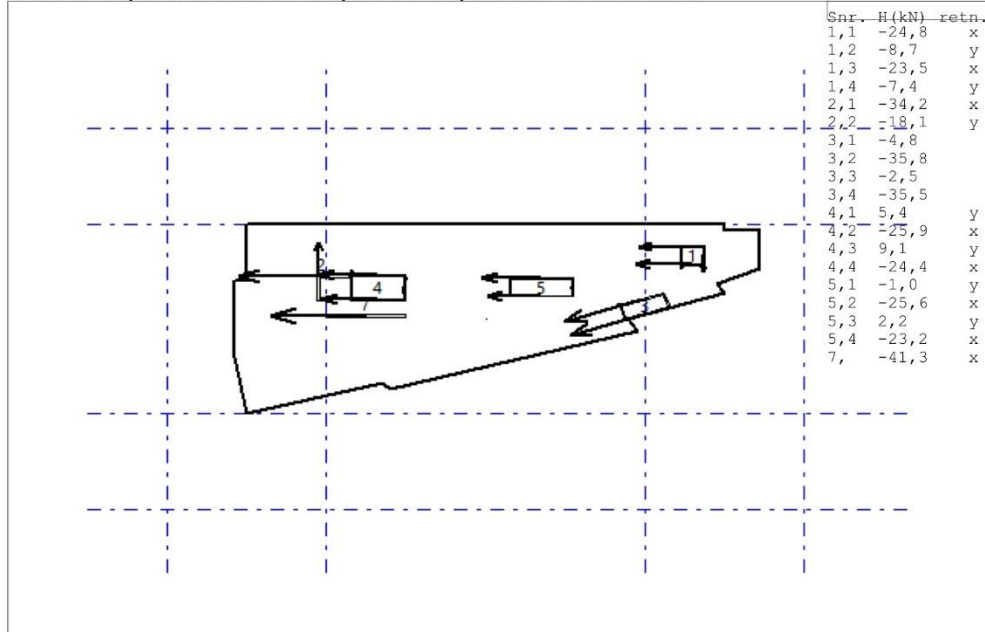
Skive nr 7 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
5	240	200	250	63
4	480	400	727	119
3	720	600	1435	177
2	990	825	2482	233
1	1236	1030	3605	274

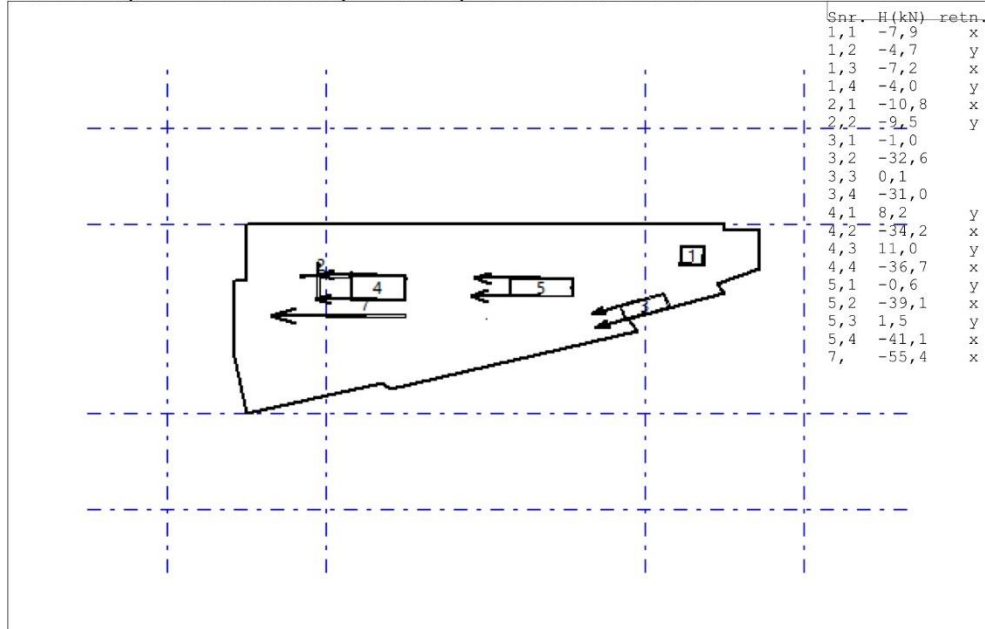
Vedlegg D4: Reaksjonskrefter

Tittel Bacheloroppgave vår 2023		Side 20	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 1: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

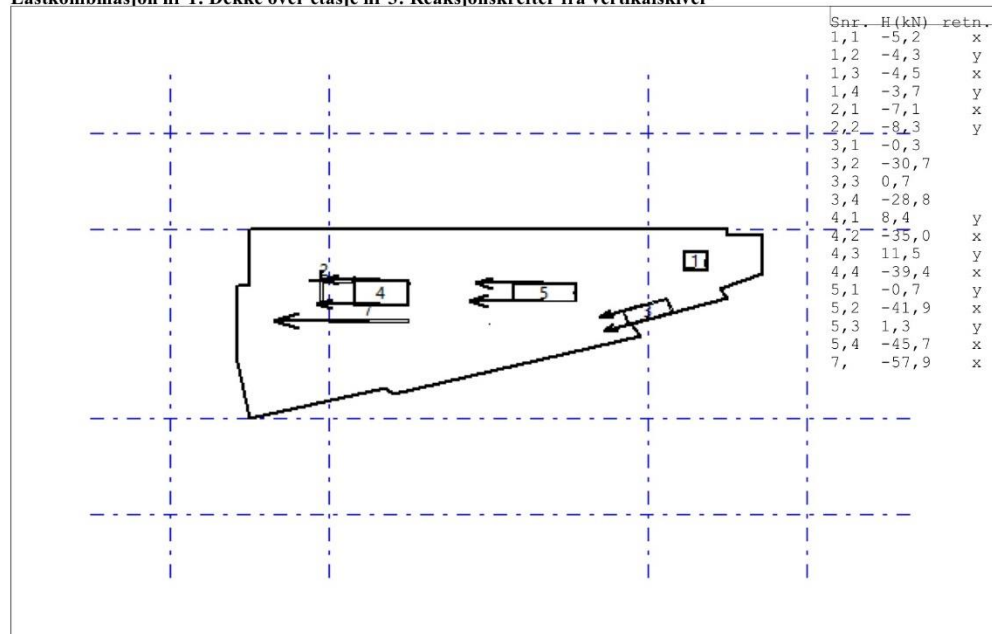


Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 2: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

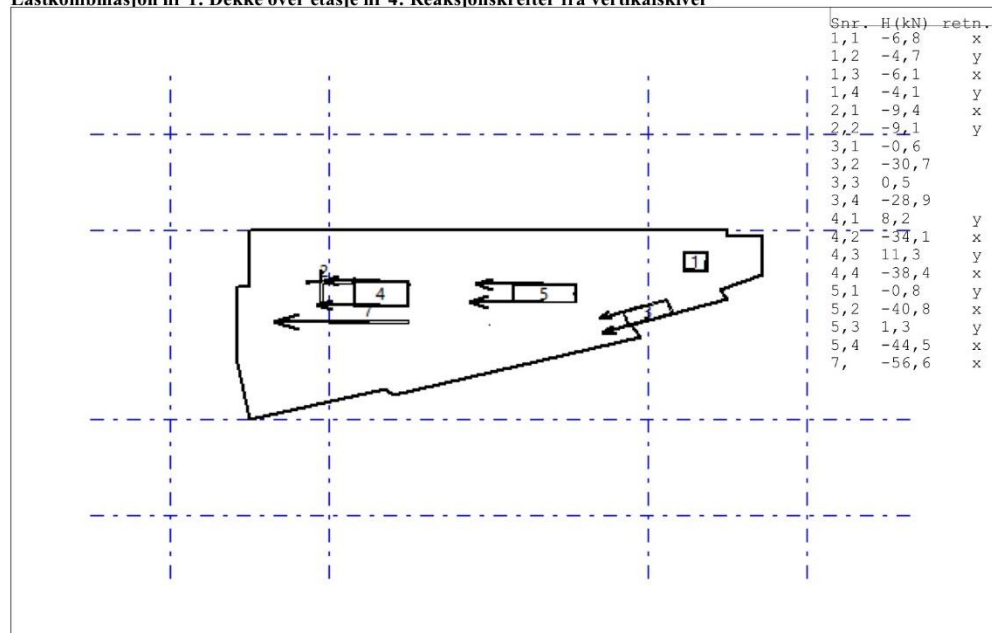


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 21	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 3: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

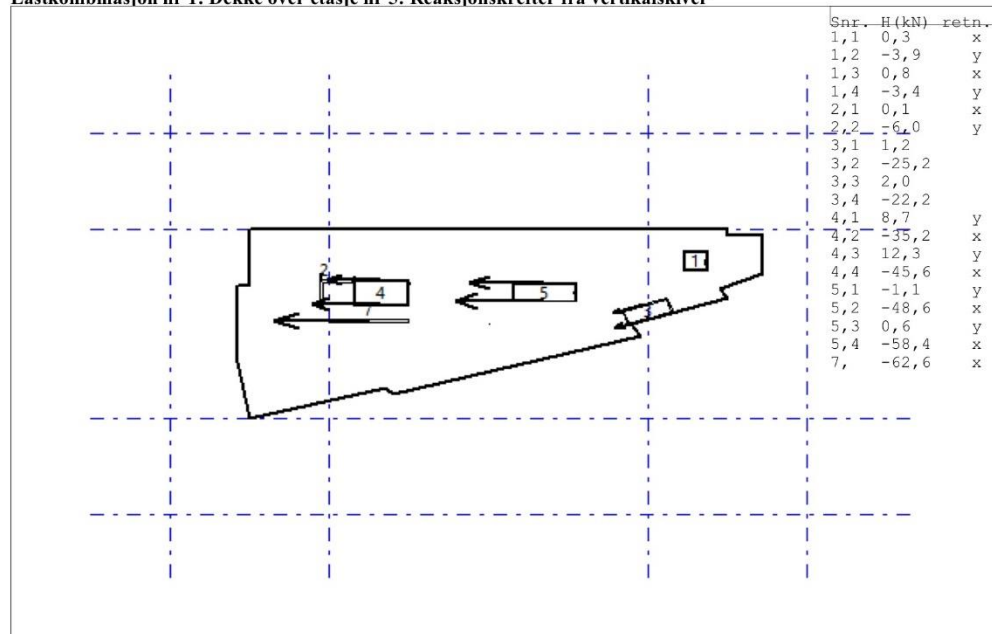


Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 4: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

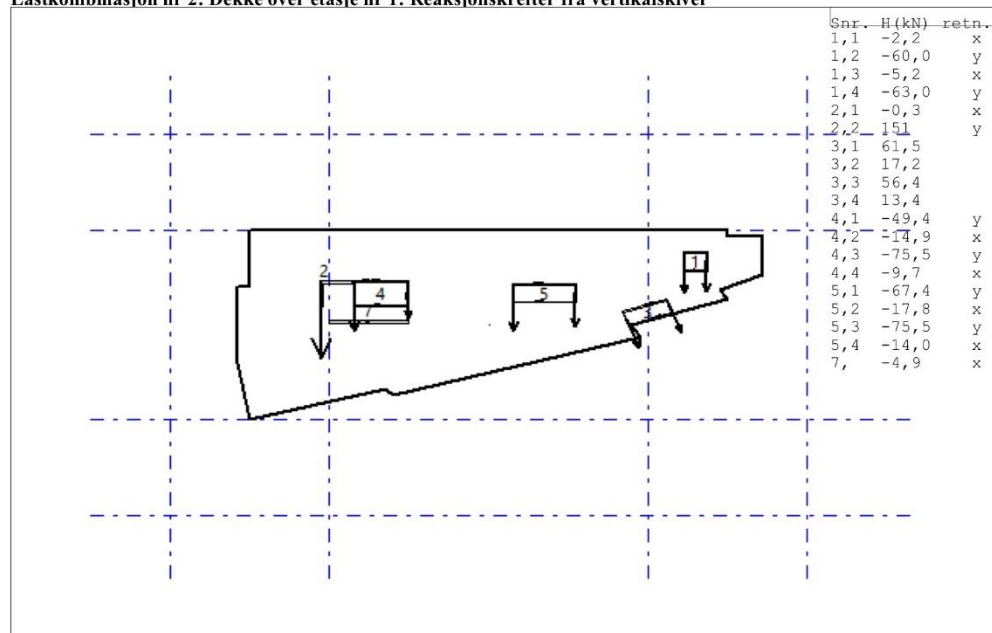


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 22	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 5: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

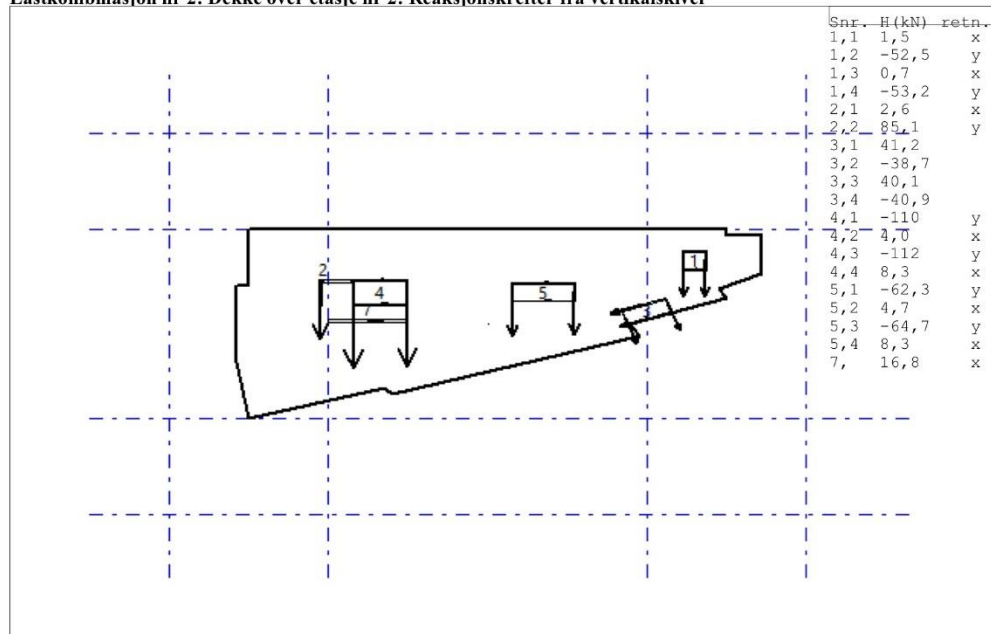


Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 1: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

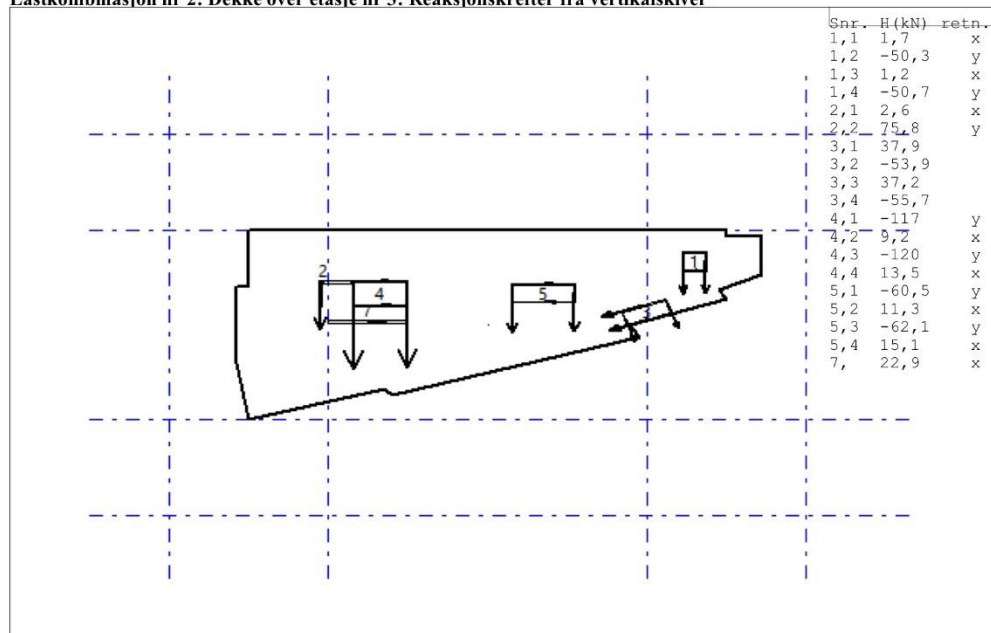


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 23
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 2: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

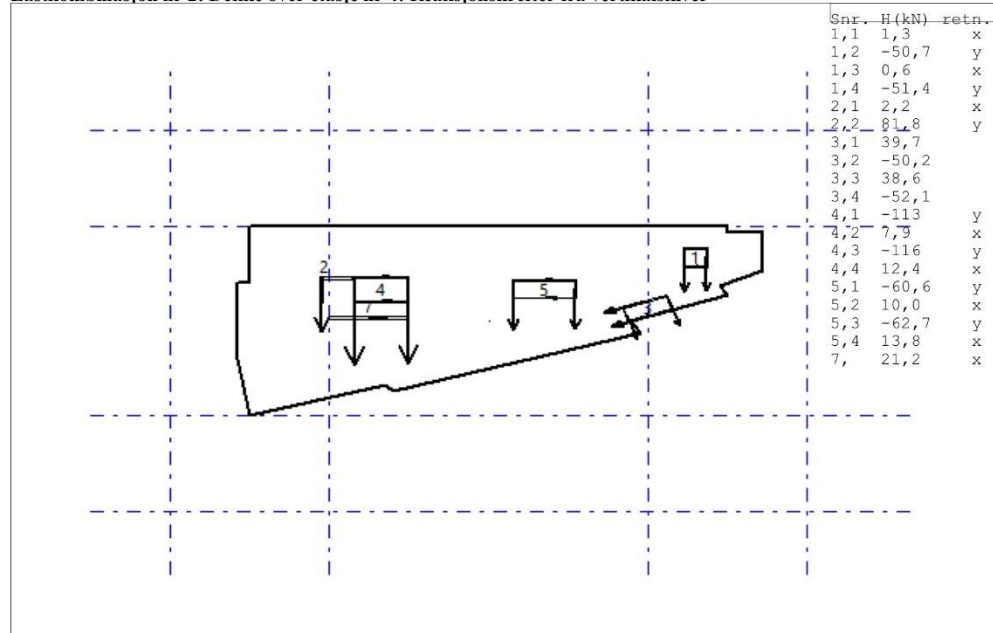


Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 3: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

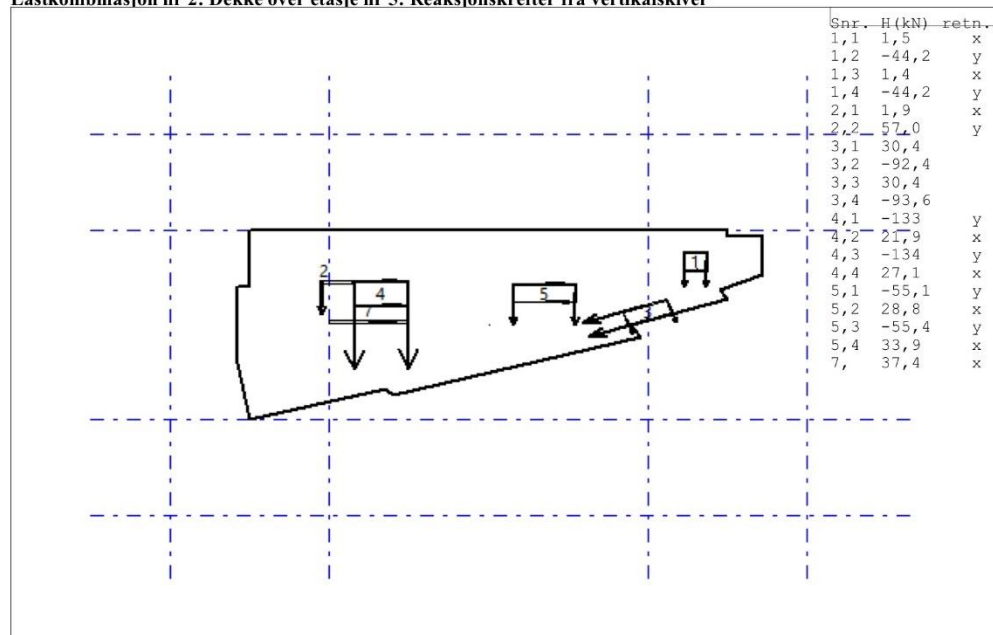


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 24	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 4: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

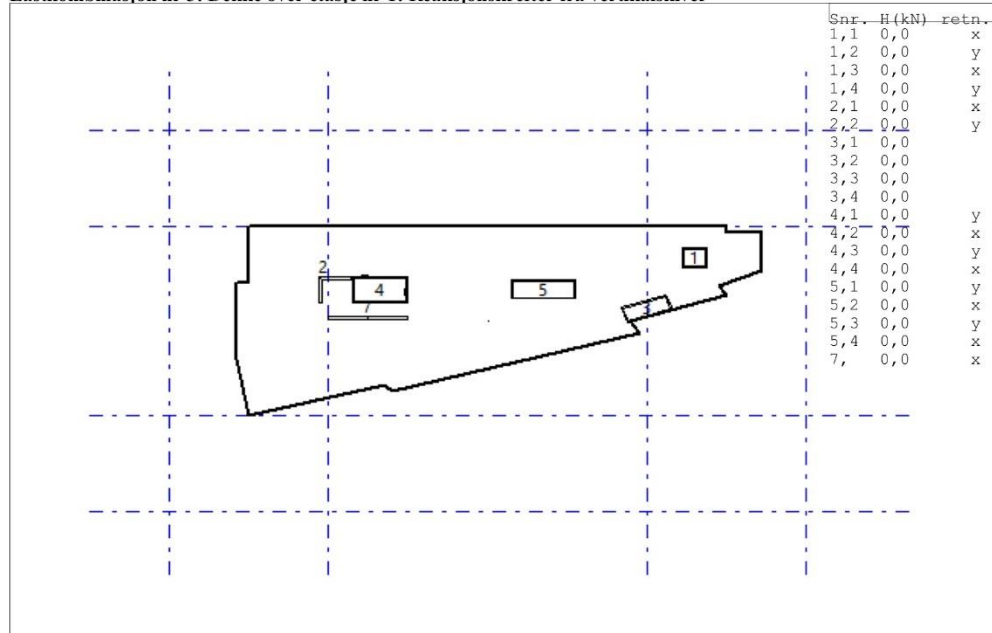


Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 5: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

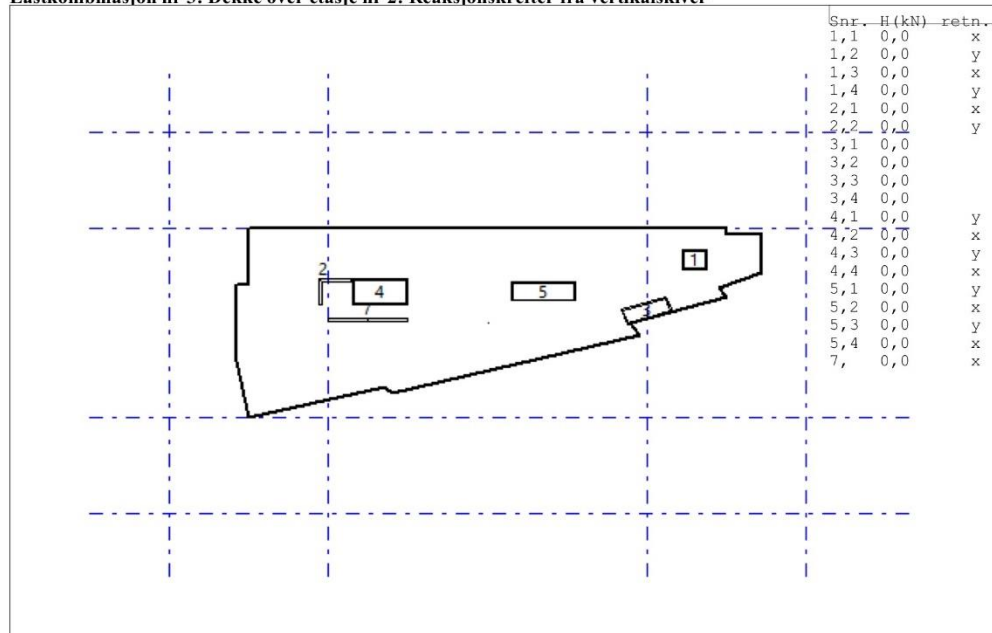


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 25	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 3: Dekke over etasje nr 1: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

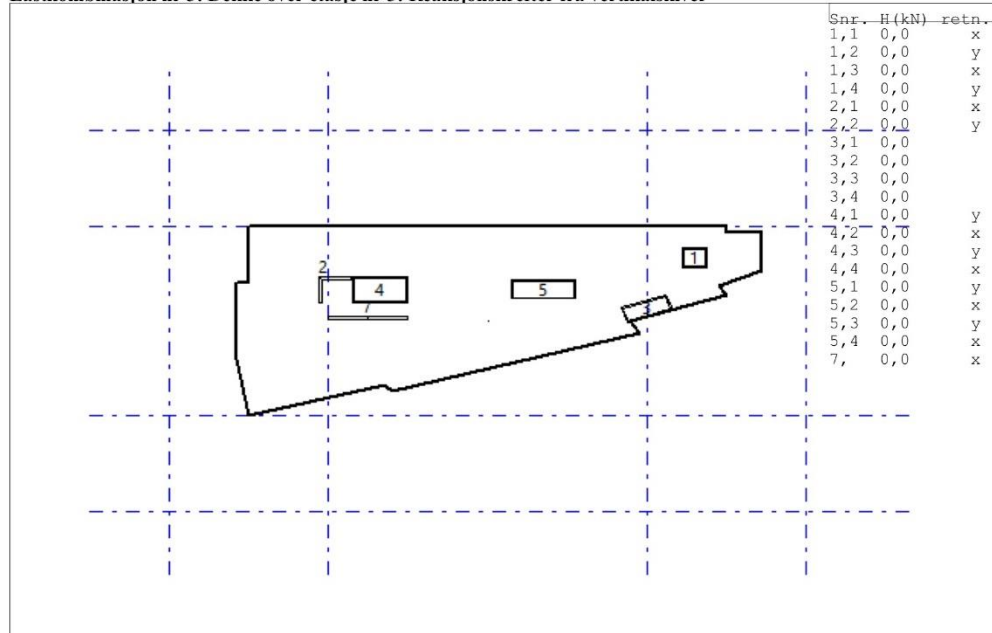


Lastkombinasjon nr 3: Dekke over etasje nr 2: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

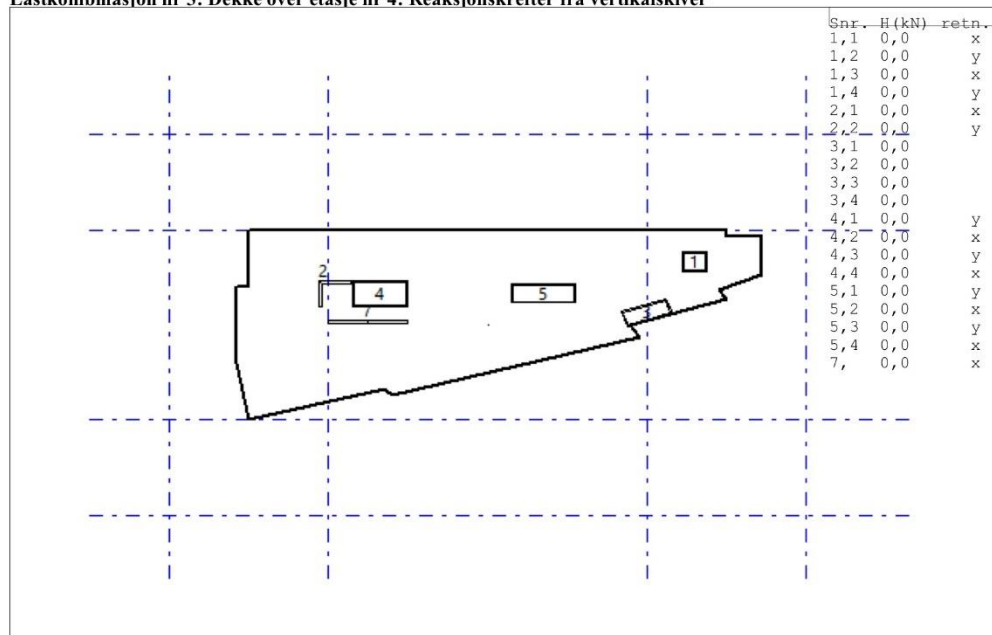


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 26	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 3: Dekke over etasje nr 3: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

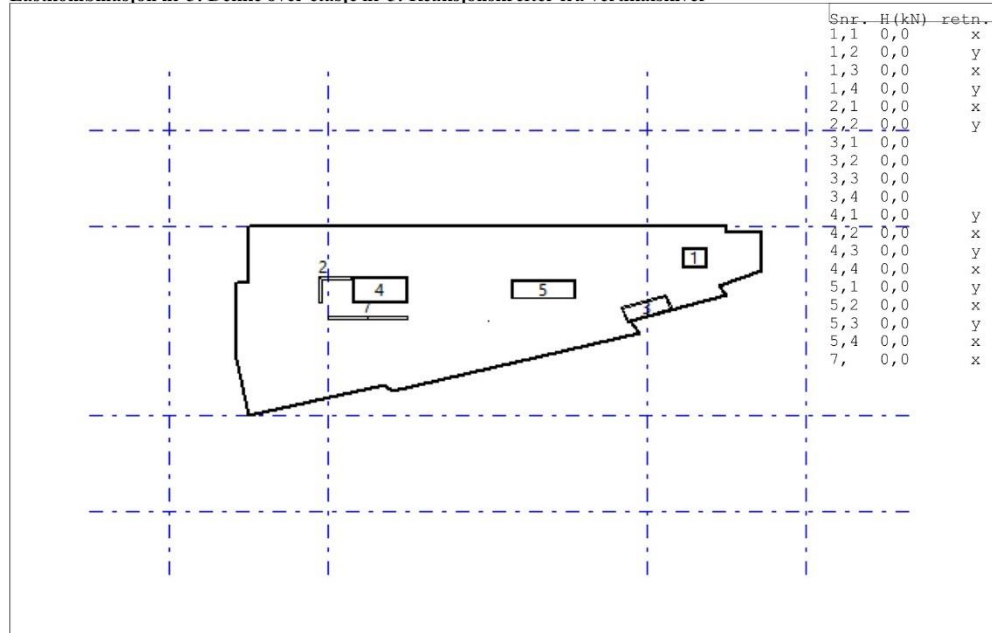


Lastkombinasjon nr 3: Dekke over etasje nr 4: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

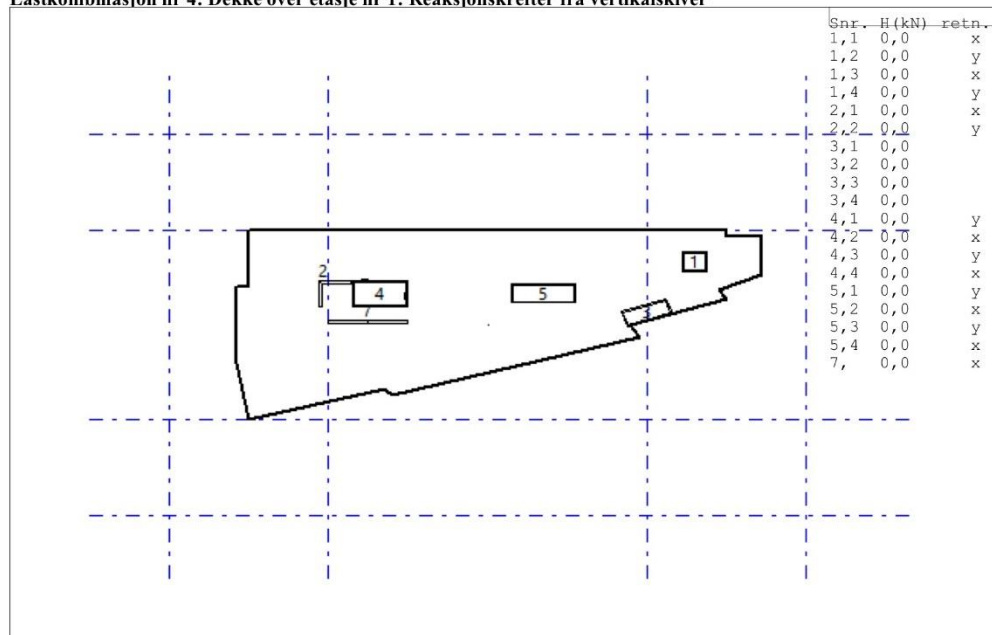


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 27	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 3: Dekke over etasje nr 5: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

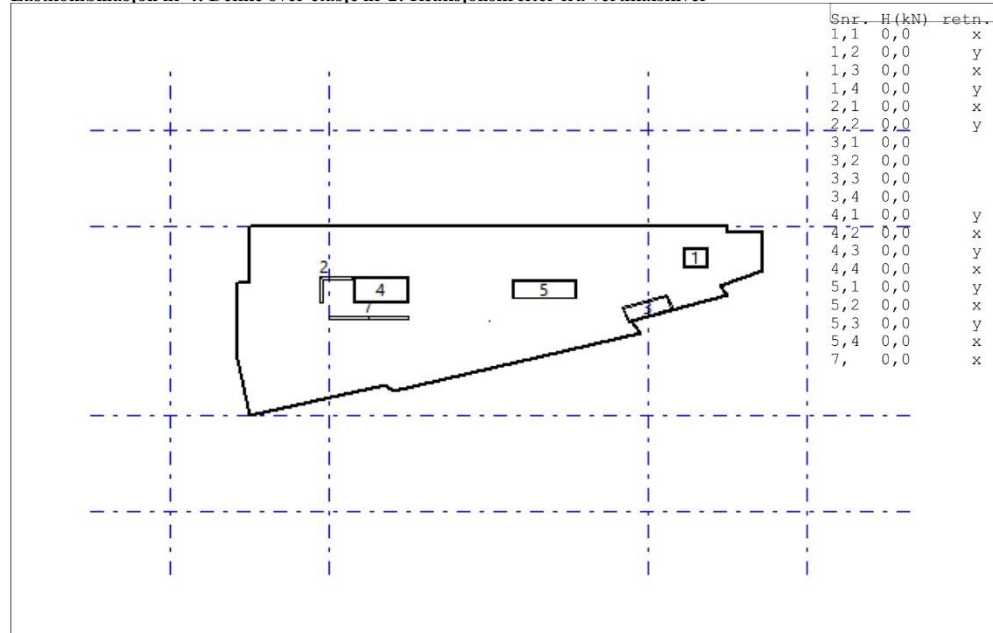


Lastkombinasjon nr 4: Dekke over etasje nr 1: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

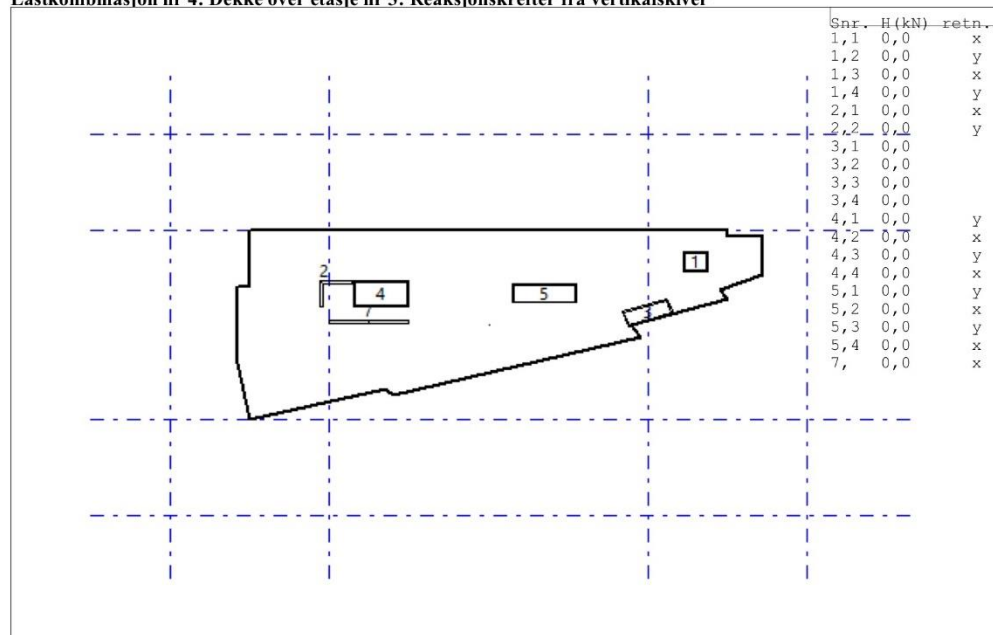


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 28	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 4: Dekke over etasje nr 2: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

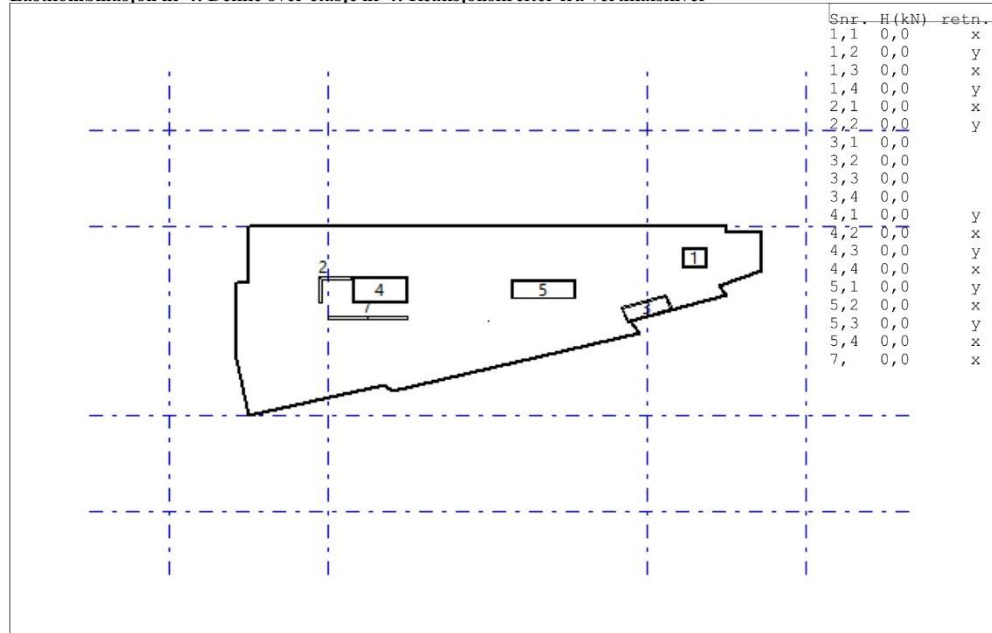


Lastkombinasjon nr 4: Dekke over etasje nr 3: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver

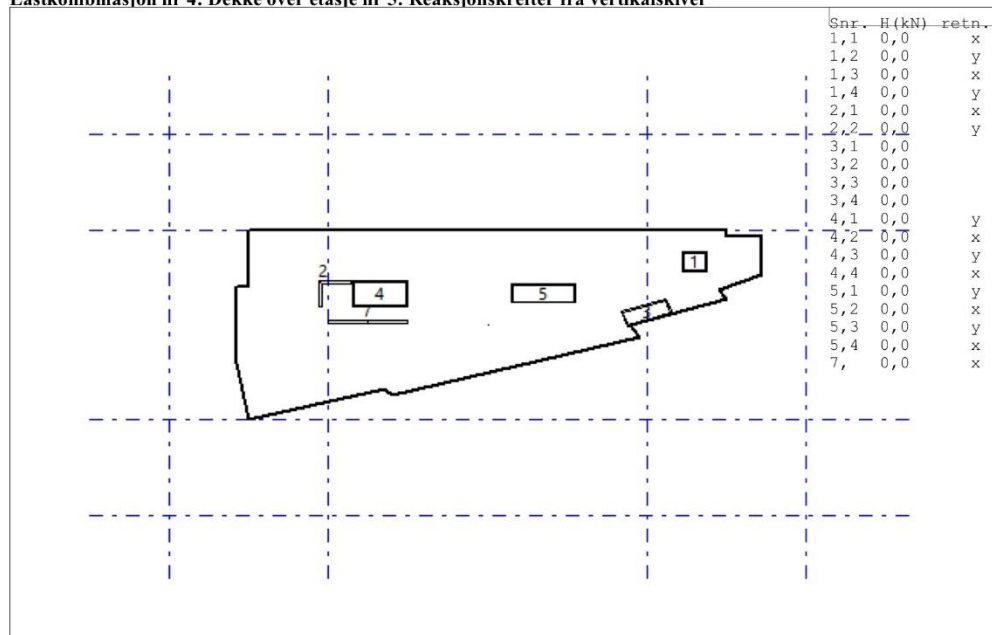


Titel Bacheloroppgave vår 2023		Side 29	
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Lastkombinasjon nr 4: Dekke over etasje nr 4: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver



Lastkombinasjon nr 4: Dekke over etasje nr 5: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver



Vedlegg D5: Krefter i dekke

Tittel Bacheloroppgave vår 2023			Side 30
Prosjekt Alternativstudie Krohnen	Ordre	Sign	Dato 14-05-2023

Maksimum snittkrefter i dekker

Dekke nr 1 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-20000	493	-39	-15000	20270	0
20000	349	30	15000	0	0

Dekke nr 2 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-20000	563	27	-15000	20270	0
20000	-202	20	15000	0	0

Dekke nr 3 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-20000	573	36	-15000	20270	0
20000	-199	19	15000	0	0

Dekke nr 4 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-20000	566	30	-15000	20270	0
20000	-197	19	15000	0	0

Dekke nr 5 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-20000	591	55	-15000	20270	0
20000	-186	17	15000	0	0

Vedlegg E: One-CLICK

Vedlegg E1: Detaljrapport, massivtre

Entity users	Project name	Design name	Indicator name		
	NS3720 Project	2 - Krohnen - bæresystem i tre	Klimagassutslipp, NS 3720		
Avsnitt	Resultatkategori	Globalt oppvarmings potensial kg CO ₂ e	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio	Klimagassutslipp, LULUC kg CO ₂ e	
A1-A3	Byggematerialer	286437,79	2179211,08	0	
A4	Transport til byggeplassen	23363,28		0,82	
A4	Transport til byggeplassen	23363,28		0,82	
A4-leg2	Transport til byggeplassen - leg 2				
A5	Byggeplass	55515		0,79	
A5a	Byggeplass drift & byggeplass avfallshåndtering				
A5b	Byggeplass avfallstransport				
A5c	Byggeplass - kapp og svinn - materialer	47835,11		0	
A5d	Byggeplass - kapp og svinn - transport	3901,67		0,14	
A5d - leg 2	Byggeplass - kapp og svinn - transport				
A5e	Byggeplass - kapp og svinn - avfall	3778,22	0	0,65	
A5m-waste	Byggeplass - materialbruk på stedet - avfall				
B1	Bruksfase				
B1-a	Årlige lekkasjer av kjølemiddel				
B1-b	Tap av kuldemedium, utskifting av utstyr				
B1-c	Tap av kuldemedium, utstyr endt levetid				
B1-d	Karbonisering				
B1-e	Vegetasjonuttak av karbon				
B2	Vedlikehold				
B3	Reparasjon	0		0	
B3a	Reparasjon - materialer	0		0	
B3b	Reparasjon - transport	0		0	
B3b-leg2	Reparasjon - transport trinn 2				
B3c	Reparasjon - avfall	0	0	0	
B4-B5	Utskifning og renovering				
B4-B5a	Utskifning - materialer				
B4-B5b	Utskifning - transport				
B4-B5b-leg2	Utskifning - transport				
B4-B5c	Utskifning - avfall				
B6	Energiforbruk				
B8	Transport i drift				
B8-a	Transport i drift - bruker - bil				
B8-b	Transport i drift - bruker - buss				
B8-c	Transport i drift - bruker - jernbane				
B8-d	Transport i drift - bruker - bildeling				
B8-e	Transport i drift - gods				
B8-f	Transport i drift - besøkende - bil				
B8-g	Transport i drift - besøkende - buss				
B8-h	Transport i drift - besøkende - jernbane				
B8-i	Transport i drift - besøkende - bildeling				
C1-C4	Endt levetid	22624,06		3,91	
C1	Dekonstruksjon/ riving				
C2	Avfallstransport	5191,84		0,18	
C3	Avfallsbehandling	17432,22		3,73	
C4	Avfallshåndtering				
D	Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-174005,89		-23,81	
D	Installerte materialer - fordeler	-149105,31	0	-20,41	
A5-benefit	Byggeplass - materialsvinn - fordel	-24900,59	0	-3,41	
A5m-benefit	Byggeplass - materialbruk - fordel		0	0	
B3-benefit	Reparasjon - fordel	0	0	0	
B4-B5-benefit	Materialerstatning - fordel				
D2	Eksportert energi (ikke inkludert i totalen)				

Vedlegg E2: Detaljrapport, stål og betong

Entity users	Project name	Design name	Indicator name		
	NS3720 Project	2 - Krohnen - bæresystem i stål og betong	Klimagassutslipp, NS 3720		
Avsnitt	Resultatkategori	Globalt oppvarmingspotensial kg CO ₂ e	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e	Klimagassutslipp, LULUC kg CO ₂ e	
A1-A3	Byggematerialer	510929,49	0	29,12	
A4	Transport til byggeplassen	2786,33		0,094	
A4	Transport til byggeplassen	2786,33		0,094	
A4-leg2	Transport til byggeplassen - leg 2				
A5	Byggeplass	4729,06		0,02	
A5a	Byggeplass drift & byggeplass avfallshåndtering				
A5b	Byggeplass avfallstransport				
A5c	Byggeplass - kapp og svinn - materialer	4607,16		0	
A5d	Byggeplass - kapp og svinn - transport	1,71		0,00006	
A5d - leg 2	Byggeplass - kapp og svinn - transport				
A5e	Byggeplass - kapp og svinn - avfall	120,19	0	0,02	
A5m-waste	Byggeplass - materialbruk på stedet - avfall				
B1	Bruksfase				
B1-a	Årlige lekkasjer av kjølemiddel				
B1-b	Tap av kuldemedium, utstyr av utstyr				
B1-c	Tap av kuldemedium, utstyr endt levelid				
B1-d	Karbonisering				
B1-e	Vegetasjonuttak av karbon				
B2	Vedlikehold				
B3	Reparasjon	0		0	
B3a	Reparasjon - materialer	0		0	
B3b	Reparasjon - transport	0		0	
B3b-leg2	Reparasjon - transport trinn 2				
B3c	Reparasjon - avfall	0	0	0	
B4-B5	Utskiftning og renovering				
B4-B5a	Utskiftning - materialer				
B4-B5b	Utskiftning - transport				
B4-B5b-leg2	Utskiftning - transport				
B4-B5c	Utskiftning - avfall				
B6	Energiforbruk				
B8	Transport i drift				
B8-a	Transport i drift - bruker - bil				
B8-b	Transport i drift - bruker - buss				
B8-c	Transport i drift - bruker - jernbane				
B8-d	Transport i drift - bruker - bildeling				
B8-e	Transport i drift - gods				
B8-f	Transport i drift - besøkende - bil				
B8-g	Transport i drift - besøkende - buss				
B8-h	Transport i drift - besøkende - jernbane				
B8-i	Transport i drift - besøkende - bildeling				
C1-C4	Endt levelid	15515,26		4,67	
C1	Dekonstruksjon / riving				
C2	Avfallstransport	14064,36		0,49	
C3	Avfallsbehandling	1450,91		4,18	
C4	Avfallshåndtering				
D	Utøver livsløp (ikke inkludert i totalen)	-220300,16		-147,47	
D	Installerte materialer - fordeler	-217462,78	0	-145,46	
A5-benefit	Byggeplass - materialsvinn - fordel	-2837,38	0	-2,01	
A5m-benefit	Byggeplass - materialbruk - fordel				
B3-benefit	Reparasjon - fordel	0	0	0	
B4-B5-benefit	Materialerstøining - fordel				
D2	Eksporert energi (ikke inkludert i totalen)				

Vedlegg F: OS-Prog

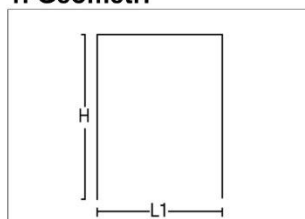
Vedlegg F1: Vindlast

Bacheloroppgave - Krohnen

Tittel			Side 1
Prosjekt	Ordre	Sign	Dato 18-04-2023

Dataprogram: LastBeregning versjon 7.3.1 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-4: Vindlaster
Data er lagret på fil: C:\Users\jhbje\Downloads\Bachelor\Vindlast Bachelor Krohnen, input2.sls

1. Geometri



H 15000 mm
L1 23000 mm

Byggets lengde, L2: 59000 mm
Takvinkel : 0,00 (grader)

Parapet: $h_p/h=0,025$

Vertikalsnitt

2. Vindhastighet

Fylke: Hordaland Kommune: Bergen Referansevindhastighet: 26 m/s
Byggested, høyde over havet (m): 5 Calt: 1
Returperiode (år): 50 Cprob: 1
Årstidsfaktoren, Cseason: 1 hele året
Vindretning (region): Bruker retningsfaktoren C-ret: 1
Basisvindhastighet: 26 m/s
Høyde Z over grunnivået: 15 m

BYGGESTEDETS TERRENGDATA

Terrengruhetskategori III: Sammenhengende småhusbebyggelse industriområder eller skogsområder.
Terrengruhetsfaktoren K_t : 0,22 Ruhetslengden Z_0 (m): 0,3 Z_{min} (m): 8 V_m (m/s): 22,38 C_r : 0,86

OVERGANGSONE

Terrengruhetskategori I: Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker.
Terrengruhetsfaktoren K_t : 0,17 Ruhetslengden Z_0 (m): 0,01 Z_{min} (m): 2 V_m (m/s): 32,32 C_r : 1,24
Avstand mot vindretning fra byggested til grense for terrengkategorierendring X_b (m): 4500
Overgangseffekt $C_s(X_b)$: 1,07 $V_m(z)$: 23,9 (lign NA.4(901.2/3))

TOPOGRAFI: NA.4.3.3 (901.2.1) Terrengformfaktor for frittliggende ås eller skråning.

Terrengformfaktor $C_o(z)$: 0,9 Turbulensfaktor K_i : 1,75

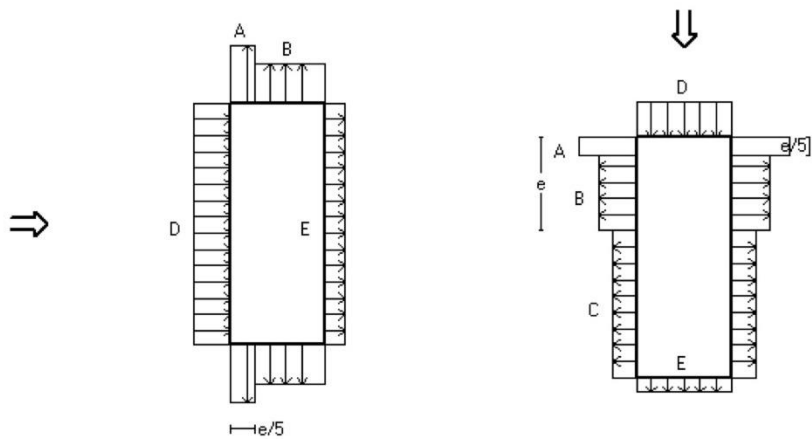
V_{kast} : 40,56 m/s

Q_{kast} : 1,028 kN/m²

Tittel		Side 2
Prosjekt	Ordre	Sign Dato 18-04-2023

3. Yttervegger

3.1 Utvendig vindlast



Vindretning 0 grader. $e=30000$ mm

Vindretning 90 grader. $e=23000$ mm

Vindinnfallsretning på 0 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80		0,75	-0,41
Utvendig last (kN/m ²)	-1,23	-0,82		0,78	-0,42
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10		1,00	-0,41
Utvendig last (kN/m ²)	-1,44	-1,13		1,03	-0,42
Utstrekning (mm)	6000	17000		59000	59000

Vindinnfallsretning på 90 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
Utvendig last (kN/m ²)	-1,23	-0,82	-0,51	0,72	-0,31
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10	-0,50	1,00	-0,30
Utvendig last (kN/m ²)	-1,44	-1,13	-0,51	1,03	-0,31
Utstrekning (mm)	4600	18400	36000	23000	23000

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.

3.2 Innvendig vindlast

Bygning uten dominerende vindfasade

Beregn innvendig vindlast for $u=0.2$ overtrykk og $u=-0.3$ (undertrykk)

	Undertrykk	Overtrykk
Formfaktor	-0,30	0,20
Innvendig last (kN/m ²)	-0,31	0,21

Tittel		Side 3
Prosjekt	Ordre	Sign Date 18-04-2023

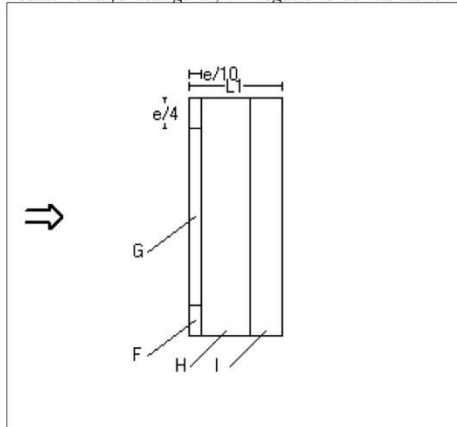
4 Overside av tak

Taktype: Flatt tak

L1=23000 mm L2=59000 mm

Cpe,10 Gjelder for hele bygget. (>=10m2)

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



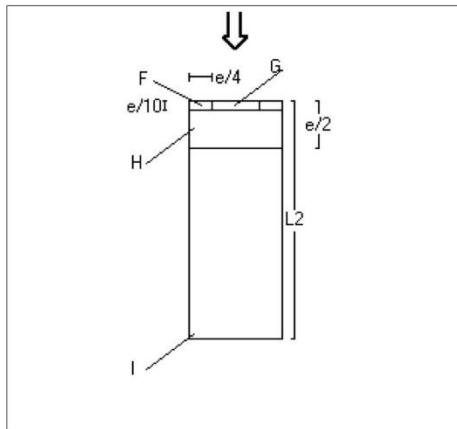
Utstrekning (mm)

e=30000

e/4=7500

e/10=3000

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,60	-1,65	7500x3000
G	-1,10	-1,13	44000x3000
H	-0,70	-0,72	59000x12000
I	+/-0,20	+/-0,21	59000x8000



Utstrekning (mm)

e=23000

e/4=5750

e/10=2300

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,60	-1,65	5750x2300
G	-1,10	-1,13	11500x2300
H	-0,70	-0,72	23000x9200
I	+/-0,20	+/-0,21	23000x47500

Tittel		Side 4
Prosjekt	Ordre	Sign Date 18-04-2023

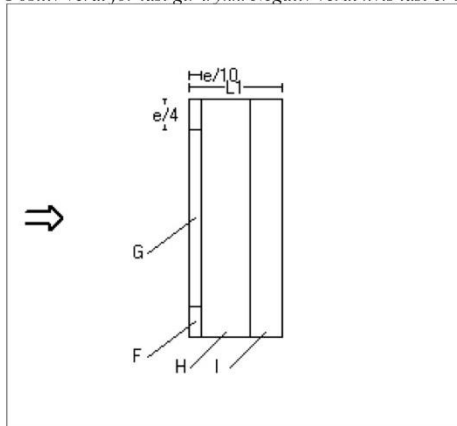
Taktype: Flatt tak

L1=23000 mm L2=59000 mm

$C_{pe,1}$ Gjelder for en lokal flate på 1m². Benyttes ved dimensjonering av limfiger, spikring, båndstål o.l.

Interpoleringsformel for belastet areal A mellom 1 og 10 m² : $C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A$

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



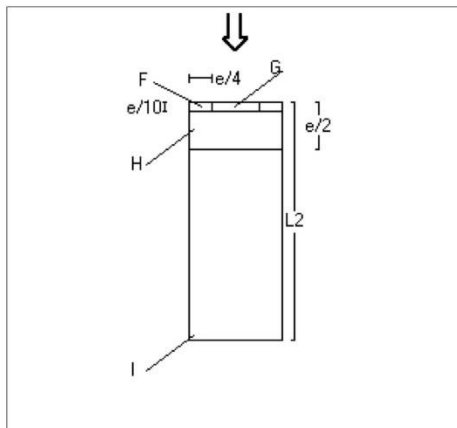
Utstrekning (mm)

e=30000

e/4=7500

e/10=3000

	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.prosjeksjon(mm)
F	-2,20	-2,26	7500x3000
G	-1,80	-1,85	44000x3000
H	-1,20	-1,23	59000x12000
I	+/-0,20	+/-0,21	59000x8000



Utstrekning (mm)

e=23000

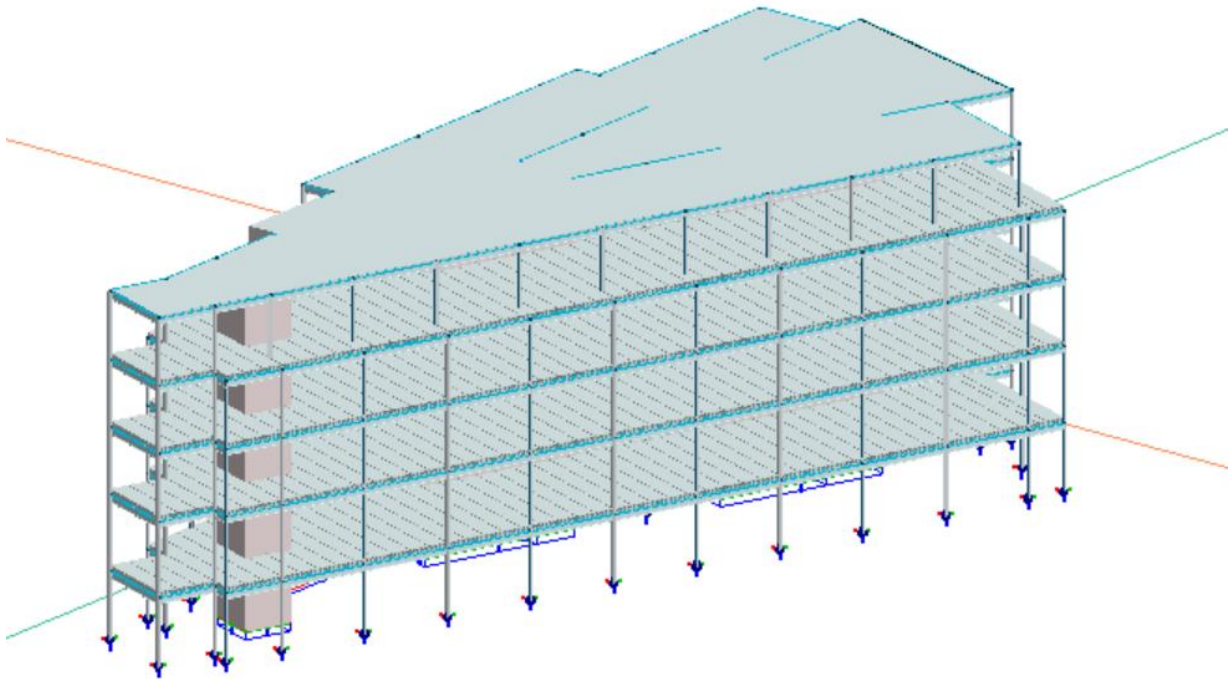
e/4=5750

e/10=2300

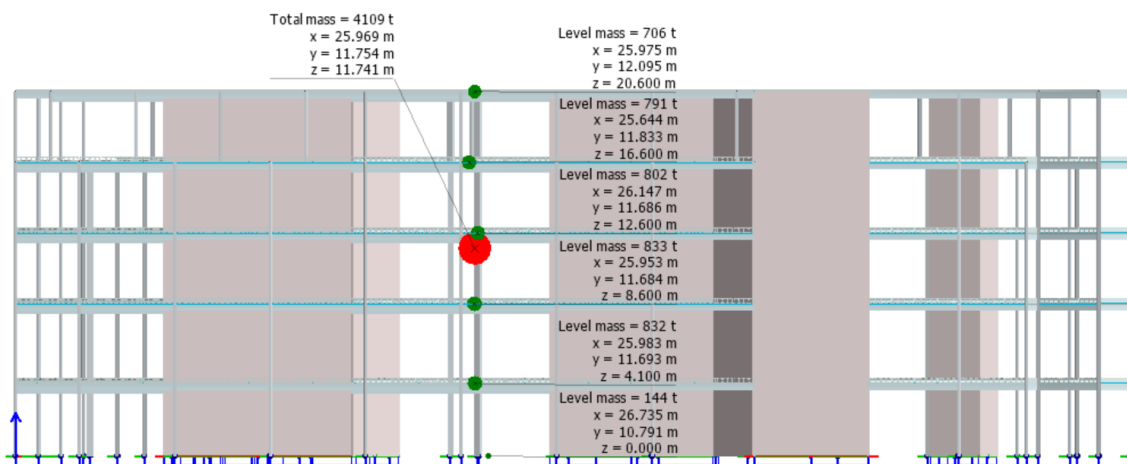
	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.prosjeksjon(mm)
F	-2,20	-2,26	5750x2300
G	-1,80	-1,85	11500x2300
H	-1,20	-1,23	23000x9200
I	+/-0,20	+/-0,21	23000x47500

Vedlegg G: FEM-design

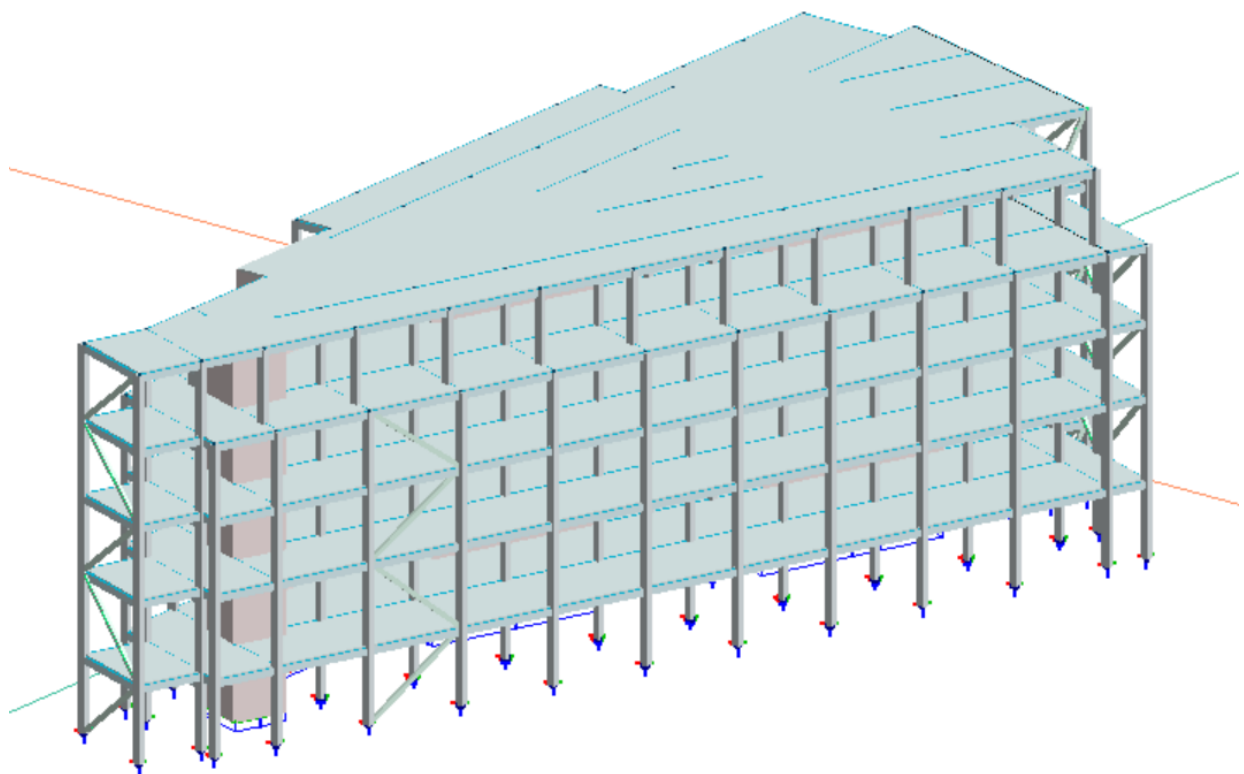
Vedlegg G1: Bæresystem, betong og stål



Vedlegg G2: Masser for seismisk beregning



Vedlegg G3: Bæresystem, massivtre



Vedlegg H: Dimensjonering

Vedlegg H1: Stål søyle

Mest utsatte søyle

Tverrsnitt: HUP 200x200x10

Referanse: «NS-EN 1993 Prosjektering av stålkonstruksjoner»

Forenklet kontroll

$$l_b := \frac{9 \text{ m}}{2} = 4.5 \text{ m}$$

Lastbredde

$$q_{Ed.etg} := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.2 + 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 = 12.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Ed.innskrenk} := 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.2 + 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.05 + 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.05 + 4.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 = 19.538 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Ed.tak} := 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.2 + 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.05 + 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 = 11.588 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Spenn venstre side

Spenn høyre side

$$l_v := \frac{5.4}{2} \text{ m} = 2.7 \text{ m}$$

$$l_h := \frac{5.4}{2} \text{ m} = 2.7 \text{ m}$$

Lastareal

$$A := l_b \cdot (l_v + l_h) = 24.3 \text{ m}^2$$

$$N_{Ed.etg} := A \cdot q_{Ed.etg} = 298.89 \text{ kN}$$

Last over mest utsatte søyle

$$N_{Ed.innskrenk} := A \cdot q_{Ed.innskrenk} = 474.761 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tak} := A \cdot q_{Ed.tak} = 281.576 \text{ kN}$$

Last i første etasje

$$N_{Ed.1} := N_{Ed.etg} \cdot 3 + N_{Ed.innskrenk} + N_{Ed.tak} = (1.653 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Dimensjonerende knekkapasitet

$$\chi := 0.849$$

Vedlegg laster

$$N_{bRd} := \frac{\chi \cdot 7.75 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \cdot 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = (2.225 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed.1}}{N_{bRd}} = 0.743$$

Kapasitetkontrollen viser 74.3 prosent utnyttelse av den mest belastet søylen.

Vedlegg H2: Stål bjelke

Mest utsatte bjelke

Tverrsnitt: IPE400

Referanse: «NS-EN 1993 Prosjektering av stålkonstruksjoner»

Stål

$$f_y := 355 \frac{N}{mm^2} \quad E := 210000 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_{m0} := 1.05 \quad \gamma_{m1} := 1.05$$

Geometri

$$l := 5.4 \text{ m}$$

Spenn

$$l_b := 4.5 \text{ m}$$

Lastbredde

Dimensjonerende laster

$$g_k := 6.5 \frac{kN}{m^2} \cdot l_b = 29.25 \frac{kN}{m}$$

+

$$p_k := 3.0 \frac{kN}{m^2} \cdot l_b = 13.5 \frac{kN}{m}$$

$$s_k := 4.8 \frac{kN}{m^2} \cdot l_b = 21.6 \frac{kN}{m}$$

$$q_{Ed1} := g_k \cdot 1.2 + p_k \cdot 1.05 + s_k \cdot 1.5 = 81.675 \frac{kN}{m} \quad q_{Ed1} > q_{Ed2}$$

$$q_{Ed2} := g_k \cdot 1.35 + p_k \cdot 1.05 + s_k \cdot 1.05 = 76.343 \frac{kN}{m} \quad q_{Ed} := q_{Ed1}$$

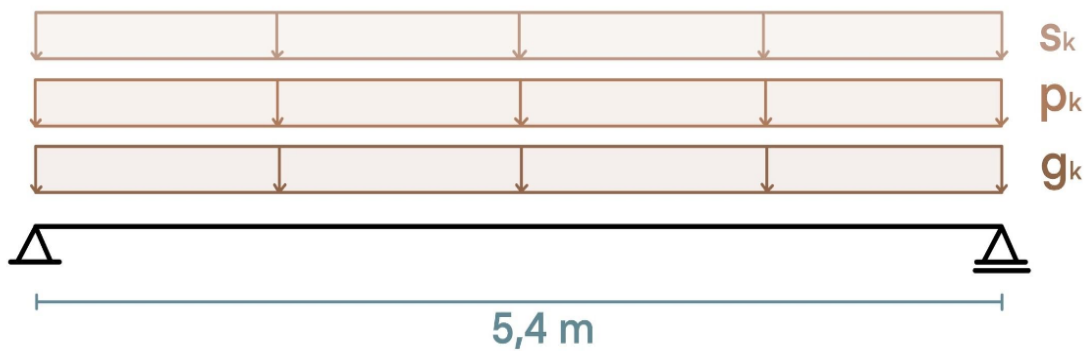
$$M_{Ed,y} := \frac{q_{Ed} \cdot l^2}{8} = 297.705 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,z} := \frac{q_{Ed} \cdot l}{2} = 220.523 \text{ kN}$$

Tverrsnittsdata

$$h := 400 \text{ mm} \quad b := 180 \text{ mm} \quad t_w := 8.6 \text{ mm} \quad t_f := 13.5 \text{ mm} \quad A := 8450 \text{ mm}^2$$

$$r := 21 \text{ mm} \quad I_y := 231.3 \text{ mm}^4 \quad W_y := 1160 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_z := 146 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$



Tverrsnittsklasse

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \frac{N}{\text{mm}^2}}{f_y}} = 0.814$$

Steg

$$c := h - 2 \cdot t_f = 0.373 \text{ m}$$

$$\frac{c}{t_w} = 43.372 \quad \text{mindre enn} \quad 72 \cdot \varepsilon = 58.58 \quad \text{Tverrsnittsklasse 1}$$

Flens

$$c := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 0.065 \text{ m}$$

$$\frac{c}{t_f} = 4.793 \quad \text{mindre enn} \quad 9 \cdot \varepsilon = 7.323 \quad \text{Tverrsnittsklasse 1}$$

Steg og flens overholder krav til tverrsnittsklasse 1. Kan regne plastisk.

Fastholdt system

Kapasitet aksiallast

$$N_{Rd} := \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \cdot A = (2.857 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Sterk akse

$$M_{Rd,y} := W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 392.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$m_y := \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} = 0.759 \quad \text{mindre enn 1.0}$$

Skjær [6.2.6]

Sterk akse

$$h_w := h - 2 \cdot t_f = 373 \text{ mm}$$

Høyde steg

$$A_f := b \cdot t_f = (2.43 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$A_v := h_w \cdot t_w = (3.208 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_f}{A_v} = 0.758 \quad \text{større enn } 0.6$$

Kan da bruke (6.21)

$$V_{z.Rd} := \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} \cdot A_v = 626.161 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.z} = 220.523 \text{ kN}$$

mindre enn

$$V_{z.Rd} \cdot 0.5 = 313.08 \text{ kN}$$

Trenger ikke å redusere momentkapaimomentkapasitet

Deformasjon IPE400

$$L := 5400 \text{ mm} \quad l_b := 4500 \text{ mm} \quad E := 2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa} \quad [\text{NS-EN 1993-1-1 3.2.6(1)}]$$

$$I_{IPE400} := 231.3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad [\text{Stålkonstruksjoner profiler og formler. 3 utg. 2003. S.11}]$$

$$g_k := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_b = 29.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{k.IPE400} := 0.66 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad [\text{Stålkonstruksjoner profiler og formler. 3 utg. 2003. S.11}]$$

$$g_{k.tot} := g_k + g_{k.IPE400} = 29.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_k := 3.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_b = 13.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$s_k := 4.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_b = 21.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_k := p_k + s_k = 35.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

+

$$\text{Kategori B: } \psi_2 := 0.3 \quad [\text{NS-EN 1990 tabell NA.A1.1}]$$

$$P_{Ed} := P_k \cdot \psi_2 = 10.53 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_d := g_{k.tot} + P_k = 65.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\delta_{IPE400} := \frac{5 \cdot q_d \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{IPE400}} = 14.818 \text{ mm} \quad [\text{BKS 421.051 (21)}]$$

$$\delta_{krav} := \frac{L}{250} = 21.6 \text{ mm} \quad [\text{NS-EN 1990 tabell NA.A1(904)}]$$

$$\delta_{IPE400} < \delta_{krav}$$

OK

Vedlegg H3: Betong søyle

Mest utsatte betong søyle

Referanse "NS-EN 1992 Prosjektering av betongkonstruksjoner"

DATA: $f_{ck} := 35 \text{ MPa}$ $L := 4100 \text{ mm}$ $b := 350 \text{ mm}$ $h := 380 \text{ mm}$

Eksponeeringsklasse: XC1 $f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$ $b_y := b$ $h_y := h$
 $b_z := h$ $h_z := b$

$$f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} = 19.833 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{Tab.3.1} \\ 3.2.6.(1)$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad 3.2.2.(3) \\ \text{Figur 3.8}$$

Forenklet kontroll Tverrsnitt: 350mm*380mm

$$l_b := \frac{5.6 \text{ m}}{2} + \frac{5.6 \text{ m}}{2} = 5.6 \text{ m} \quad \text{Lastbredde}$$

$$q_{Ed.egenlast} := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 4 + 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 33 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Ed.nyttelast} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 4 + 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 14.35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Spenn venstre side

$$l_v := \frac{9 \text{ m}}{2} = 4.5 \text{ m}$$

Spenn høyre side

$$l_h := \frac{6 \text{ m}}{2} = 3 \text{ m}$$

Lastareal

$$A := l_b \cdot (l_v + l_h) = 42 \text{ m}^2$$

$$N_{Ed.egenlast} := A \cdot q_{Ed.egenlast} = 1386 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.nyttelast} := A \cdot q_{Ed.nyttelast} = 602.7 \text{ kN}$$

Last i første etasje på belastet søyle

Tabell 23, Byggforsk 520.234

$$N_{Ed1} := N_{Ed.egenlast} \cdot 1.2 + N_{Ed.nyttelast} \cdot 1.35$$

$$N_{Ed1} = 2476.845 \text{ kN}$$

$$N_{Ed2} := N_{Ed.egenlast} \cdot 1.35 + N_{Ed.nyttelast} \cdot 0.935$$

$$N_{Ed2} = 2434.625 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := N_{Ed1}$$

Knekk lengder:

$$L = 4.1 \text{ m}$$

Figur 5.7 a)

$$L_k := \frac{\sqrt{6}}{2} \cdot L = 5.021 \text{ m} \quad \text{ikke avstivende konstruksjon} \quad (5.16)$$

Generelt

Tabell NA4.4N

$$c := 35 \text{ mm}$$

Største $\emptyset + \Delta dev$

NA.4.4.1.3

$$a_v := 25 \text{ mm}$$

8.2.(2)

$$\emptyset_b := 12 \text{ mm}$$

$$\emptyset_h := 25 \text{ mm}$$

$$d_y := h_y - c - \emptyset_b - \frac{\emptyset_h}{2} = 320.5 \text{ mm}$$

$$d_z := h_z - c - \emptyset_b - \frac{\emptyset_h}{2} = 290.5 \text{ mm}$$

Forhåndsdimensjonering for videre bergenginger

$$A_c := 350 \text{ mm} \cdot 380 \text{ mm} = 0.133 \text{ m}^2$$

$$\sigma_c := \frac{N_{Ed}}{A_c} = 18.623 \frac{N}{mm^2} \quad \text{NA.9.5.2.(2)}$$

Asmin

$$\frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 1213.403 \text{ mm}^2 \quad \frac{0.5 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = 2848.372 \text{ mm}^2$$

$$1213 \text{ mm}^2 \leq 2848 \text{ mm}^2$$

Må minst armere for --> $0.01 \cdot A_c = 1330 \text{ mm}^2$

$$A_{s.min} := 1330 \text{ mm}^2$$

Prøver med 4 Ø25. Legger ett i hvert hjørne

$$A_s := 4 \cdot 491 \text{ mm}^2 = 1964 \text{ mm}^2$$

Sjekker om en må ta hensyn til 2. ordens effekter om begge akser

$$n := \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.939 \quad \begin{array}{l} 5.8.3.1.(1) \\ \text{NA.5.8.3.1} \end{array}$$

$$k_a := 1.0 \quad \text{NA.5.8.3.1.(1)}$$

$$\omega := \frac{(A_s \cdot f_{yd})}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.324 \quad 5.8.3.1.(1)$$

$$i_y := \frac{h}{\sqrt{12}} = 109.697 \text{ mm}$$

$$i_z := 0.29 \cdot b = 101.5 \text{ mm}$$

$$\lambda_y := \frac{L}{i_y} = 37.376 \quad + \quad \begin{array}{l} 5.8.3.2.(1) \\ NA.5.8.3.1 \end{array}$$

$$\lambda_z := \frac{L}{i_z} = 40.394$$

$$\alpha := 1.0 \quad \text{For semenklasse R}$$

$$t_{0,T} := 4 \quad \text{Belastning etter 4 d\o ggn i } 20^\circ$$

$$t_0 := t_{0,T} \cdot \left(\frac{9}{2 + t_{0,T}^{1.2}} + 1 \right)^\alpha = 8.946 \quad \text{st\o rre enn 0.5} \quad (B.9)$$

Relativ fuktighet - innend\o rrs forhold - RH = 50%

$$u := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 1460 \text{ mm}$$

$$h_0 := \frac{2 \cdot A_c}{u} = 182.192 \text{ mm}$$

Bruker figur 3.1 for \aa finne $\varphi(\infty, t_0)$

$$\varphi_{ef} := 2.4 \quad \text{Kryptall} \quad \text{Fig 3.1}$$

$$A_\varphi := \frac{1.25}{(1 + 0.2 \cdot \varphi_{ef})} = 0.845 \quad NA.5.8.3.1$$

$$\lambda_{n,y} := \frac{\lambda_y \cdot \left(\sqrt{\frac{n}{1 + 2 \cdot k_a \cdot \omega}} \right)}{A_\varphi} = 33.409 \quad \begin{array}{l} 5.8.3.1.(1) \\ NA.5.8.3.1 \end{array}$$

$$\lambda_{n,z} := \frac{\lambda_z \cdot \left(\sqrt{\frac{n}{1 + 2 \cdot k_a \cdot \omega}} \right)}{A_\varphi} = 36.107$$

$$\lambda_{n.lim} := 13 \cdot A_{\varphi} = 10.98$$

(NA.5.13.bN) --> T.s.s.

$$\lambda_n > \lambda_{n.lim}$$

Slank søyle, og må ta hensyn til 2. ordens eksentrisitet

+

$$q_{Ed} := 1.13 \frac{kN}{m^2} \cdot (l_v + l_h) = 8.475 \frac{kN}{m}$$

$$M_{0.Ed} := \frac{q_{Ed} \cdot L_k^2}{8} = 26.712 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1. ordens moment

$$\varepsilon_{yd} := 0.217\%$$

$$r_{0.y} := \frac{(0.45 \cdot d_y)}{\varepsilon_{yd}} = 66463.134 \text{ mm}$$

5.8.8.3.(1)

$$r_{0.z} := \frac{(0.45 \cdot d_z)}{\varepsilon_{yd}} = 60241.935 \text{ mm}$$

$$n_{bal} := 0.4$$

5.8.8.3.(3)

$$n_u := 1 + \omega = 1.324$$

$$k_r := \min\left(\frac{(n_u - n)}{n_u - n_{bal}}, 1\right) = 0.417$$

5.8.8.3.(3)

$$\beta_y := 0.35 + \frac{f_{ck}}{200 \cdot \frac{N}{mm^2}} - \frac{\lambda_y}{150} = 0.276$$

5.8.8.3.(4)

$$\beta_z := 0.35 + \frac{f_{ck}}{200 \cdot \frac{N}{mm^2}} - \frac{\lambda_z}{150} = 0.256$$

$$k_{\varphi,z} := \max(1 + \beta_z \cdot \varphi_{ef}, 1) = 1.614$$

$$r_y := \frac{r_{0,y}}{k_r \cdot k_{\varphi,y}} = 96009.896 \text{ mm} \quad 5.8.8.3.(1)$$

$$r_z := \frac{r_{0,z}}{k_r \cdot k_{\varphi,z}} = 89627.297 \text{ mm}$$

$$C := \pi^2 = 9.87 \quad 5.8.8.2.(4)$$

$$e_{2y} := \frac{1}{r_y} \cdot \frac{L^2}{C} = 17.74 \text{ mm} \quad 5.8.8.2.(3)$$

$$e_{2z} := \frac{1}{r_z} \cdot \frac{L^2}{C} = 19.003 \text{ mm}$$

$$e_i := \frac{L}{400} = 10.25 \text{ mm}$$

$$e_0 := \max\left(\frac{h}{30}, 20 \text{ mm}\right) = 20 \text{ mm}$$

$$M_{1.Ed} := N_{Ed} \cdot (e_i + e_0) = 74.925 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} := M_{0.Ed} + M_{1.Ed} = 101.637 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kapasistet:

$$n = 0.939$$

$$W := \frac{\omega}{2} = 0.162$$

$$h'_y := d_y - c - \phi_b - \frac{\phi_h}{2} = 261 \text{ mm}$$

$$h'_z := d_z - c - \phi_b - \frac{\phi_h}{2} = 231 \text{ mm}$$

$$h_0 := \frac{h'_y}{h_y} = 0.687 \quad \text{mn - diagram (0.6)}$$

$$h_0 := \frac{h'_z}{h_z} = 0.66 \quad \text{mn - diagram (0.6)}$$

$$m := 0.125$$

$$M_{Rd} := m \cdot f_{cd} \cdot A_c \cdot h = 125.297 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 101.637 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontrollerer nødvendig armering

$$m := \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c \cdot h} = 0.101 \quad \text{mn - diagram (0.6)}$$

$$\omega := 0.125$$

$$n = 0.939$$

$$A_{s'} := \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yd}} = 758.377 \text{ mm}^2 \quad \text{\textcircled{h}25 i hvert hjørne}$$

Max og Min krav Armering

Lengdearmering:

NA.9.5.2

$$\varnothing_{min} := 10 \cdot mm$$

$$A_{s,min1} := \frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 1213.403 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min1} \leq A_{s,min2}$$

$$A_{s,min2} := \frac{0.5 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = 2848.372 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min3} := 0.01 \cdot A_c = 1330 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := \max(A_{s,min1}, A_{s,min3}) = 1330 \text{ mm}^2$$

$$A_{max.lengdearmering} := 0.08 \cdot A_c = 10640 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,total} := 4 \cdot 491 \text{ mm}^2 = 1964 \text{ mm}^2 \quad \text{Lengdearmering OK}$$

Bøylearmering: Antar at det er tilstrekkelig skjærkapasitet

NA.9.5.3

$$A_{s,max.bøyle} := 0.04 \cdot b \cdot h = 5320 \text{ mm}^2$$

$$S_{bøyleavstand,max1} := 15 \cdot \varnothing_h = 375 \text{ mm}$$

$$S_{bøyleavstand,max2} := b = 350 \text{ mm}$$

$$S_{bøyleavstand,max3} := 400 \text{ mm}$$

$$S_{bøyleavstand} := 350 \text{ mm}$$

Bruker 4 øh25 og øb12 c/c 350

Vedlegg H4: Betong hatteprofil

Mest utsatte hatteprofil

Referanse "NS-EN 1992 Prosjektering av betongkonstruksjoner"

DATA: $f_{ck} := 35 \text{ MPa}$ $f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

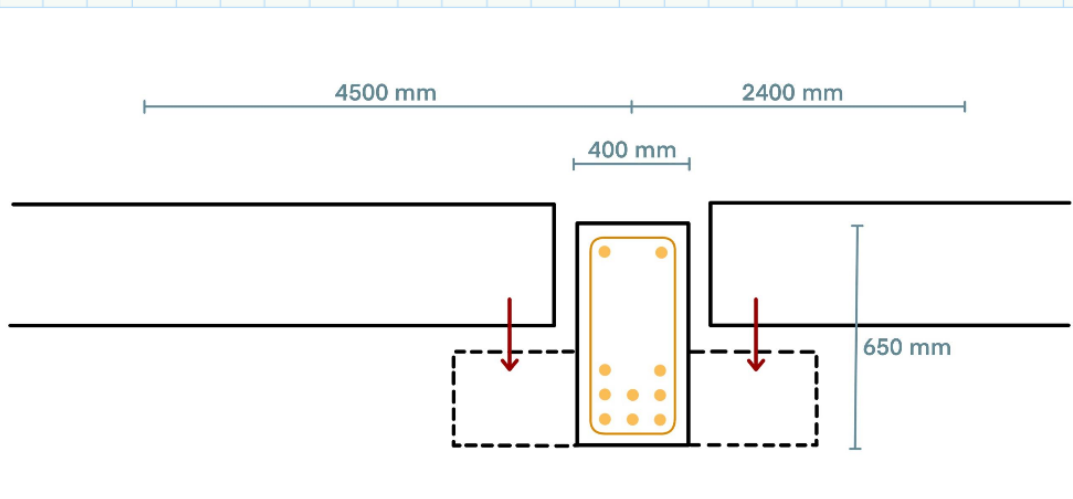
$c := 25 \text{ mm}$ XC1 --> Tabell NA.4.4N

$$f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} = 19.833 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

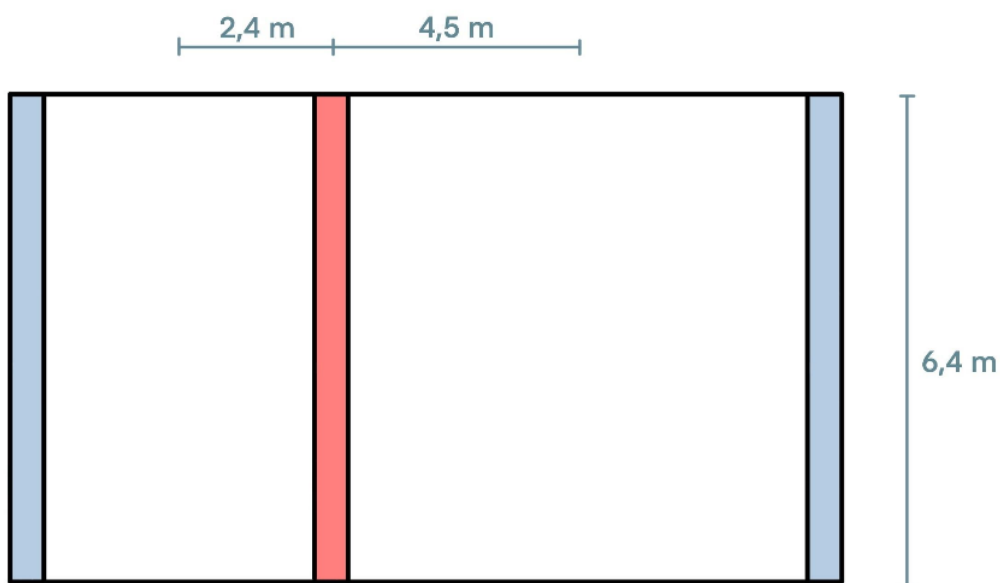
$$b_{\text{tverrsnitt}} := 400 \text{ mm}$$

$$h_{\text{tverrsnitt}} := 650 \text{ mm}$$



Last

$$q_{Ed.etg} := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.2 + 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 = 12.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



$$q_{Ed} := q_{Ed.etg} \cdot (2.4 \text{ m} + 4.5 \text{ m}) = 84.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Punktlast:

$$q_{Ed.tak} := 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.2 + 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.05 + 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 = 11.588 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Spenn venstre side

$$l_v := \frac{8}{2} \text{ m} = 4 \text{ m}$$

Spenn høyre side

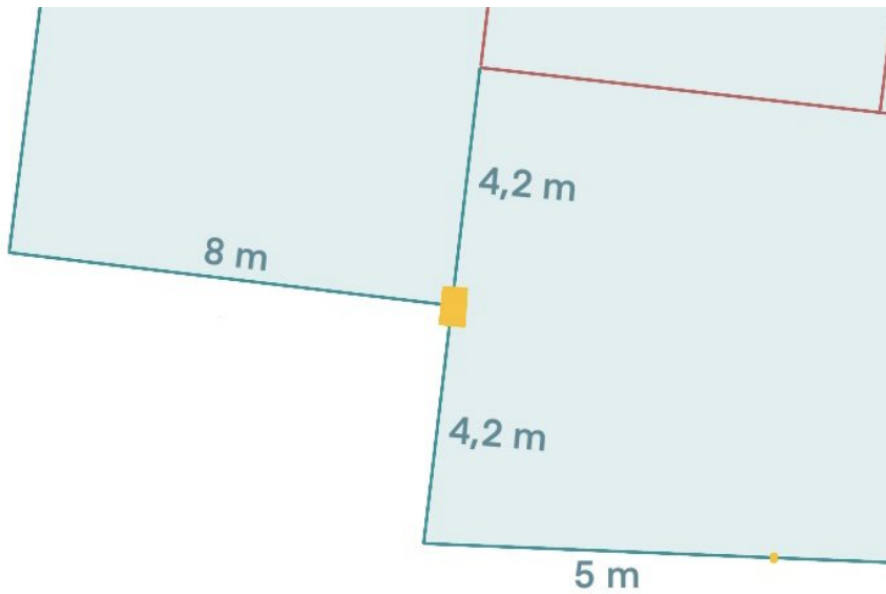
$$l_h := \frac{5}{2} \text{ m} = 2.5 \text{ m}$$

Spenn forut side

$$l_f := \frac{4.2 \text{ m}}{2} = 2.1 \text{ m}$$

Spenn bak side

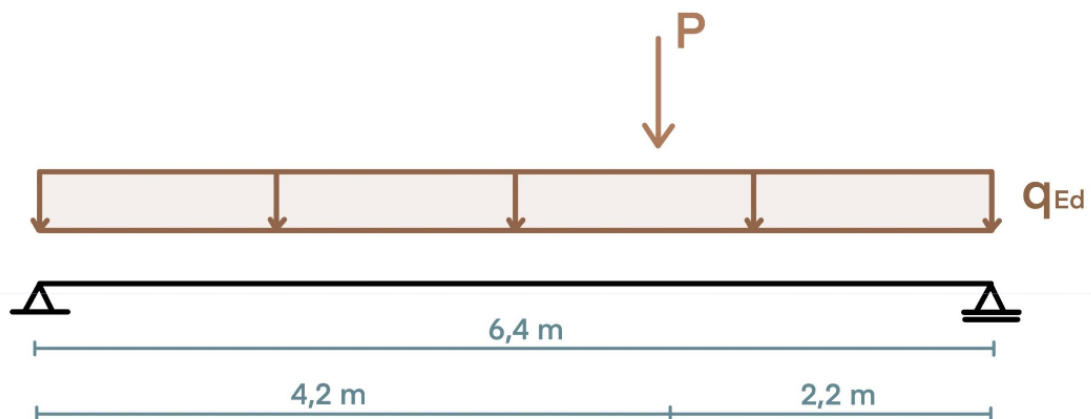
$$l_b := \frac{4.2 \text{ m}}{2} = 2.1 \text{ m}$$



Lastareal

$$A := l_v \cdot l_f + l_f \cdot l_h + l_h \cdot l_b = 18.9 \text{ m}^2$$

$$P := A \cdot q_{Ed.tak} = 219.004 \text{ kN} \quad \text{Last over søyle som virker som punktlast}$$



$$a := 4.2 \text{ m} \quad b := 2.2 \text{ m}$$

Moment

$$M_q := \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = 434.534 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_F := \frac{P \cdot a \cdot b}{L} = 316.187 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M := M_q + M_F = 750.721 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Armering: $\phi_h := 25 \text{ mm}$ $\phi_b := 12 \text{ mm}$ $c_{mindur} := 15 \text{ mm}$ $c_{tot} := 10 \text{ mm}$

$$a_v := \max(1.5 \cdot \phi_h, 20 \text{ mm}) \quad a_v = 37.5 \text{ mm}$$

[8.2]

$$a_v := \min(a_v, 32 \text{ mm}) \quad a_v = 32 \text{ mm}$$

[4.4.1.2]

Overdekning til hovedarmering $c_{min.h} := \max(c_{mindur}, \phi_h)$ $c_{min.h} = 25 \text{ mm}$

Overdekning til bøyler $c_{min.b} := \max(c_{mindur}, \phi_b)$ $c_{min.b} = 15 \text{ mm}$

$$c := c_{min.b} + c_{tot} \quad c = 25 \text{ mm}$$

$$A_{25} := 491 \text{ mm}^2 \quad A_s := 8 \cdot A_{25} \quad A_s = (3.928 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Avstand til tyngdepunkt av armering

$$d := h_{tverrsnitt} - c - \phi_b - \phi_h - \frac{a_v}{2} \quad d = 572 \text{ mm}$$

Trykksonehøyde:

$$x := \frac{f_{yd} \cdot A_s}{0.8 \cdot b_{tverrsnitt} \cdot f_{cd}} \quad x = 269.09 \text{ mm} \quad 0.617 \cdot d = 352.924 \text{ mm}$$

Tverrsnittet er ikke overarmert.

$$f_{yd} = 434.783 \frac{N}{mm^2} \quad A_s = (3.928 \cdot 10^3) mm^2$$

$$M_{Rd} := 0.8 \cdot b_{tverrsnitt} \cdot x \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{0.8 \cdot x}{2} \right) \quad M_{Rd} = 793.053 kN \cdot m$$

Vedlegg H5: Hulldekke

For å regne ut egenfrekvensen til hulldekket er det benyttet Excel-ark fra betongelementboken.

http://betongelementboka.betongelement.no/betongapp/BookC.asp?isSearch=0&liID=141&DocumentId=BindC/Del_1/C1/1_4_1.pdf&BookId=C

Vedlegg H5.1: Egenforkvens for HD265

Beregning for bjelkelengde på 10,5 meter.

Egenfrekvens enveisplate/bjelke med jevnt fordelt last

$$f_{\text{bjelke}} := \frac{\pi}{2 \cdot l_{\text{bjelke}}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{m_b}}$$

E = e-modul
I = treghetsmoment
mb = q [kg/m] i bruksgrense

Oppleggsforhold			
nr.	venstre	høyre	faktor
1	fri	fri	1,00
2	innspent	fri	1,56
3	innspent	innspent	2,27
4	innspent	utkraget	0,36

Inndata:			
E-modul	E	40000	[N/mm ²]
Treghetsmom	I	1,52E+09	[mm ⁴]
Påført egenve	p	1,50	[kN/m ²]
Egenvekt	g	4,00	[kN/m ²]
lastbredde	lb	1,20	[m]
bjelkelengde	l	10,50	[m]
mb		660,00	[kg/m]
Oppleggsforhold (nr.)		1	

grå felt fylles ut

Beregning av egenfrekvens for Hulldekker og DT-elementdekke med jevnt fordelt belastning. Regnearket bygger på formler ihht Betongelementboken Del C.1.4; les denne for forutsetninger. E-modul og Treghetsmoment (2. Arealmoment) hentes fra literatur; for eksempel fra Betongelementboken eller leverandører. Egenvekt "g" er ferdig fuget dekke; NB: Fuget dekke med kanalutstøping gir som oftest mer vekt enn oppgitt fra leverandør. Påført egenvekt "p" er egenvekt av lettvegger, gulvoppbygging (påstøp/ summing), himling og tekniske føringer. Videre egenvekt av fastmontert utstyr (NB: sjekk forutsetning om jevnt fordelt belastning). Nyttelast skal ikke medtas. Det regnes med en lastbredde på 1,2m når Treghetsmomentet er regnet ut for samme bredde. For elementer kan det sjeldent regnes med annet oppleggsforhold enn "fri". Beregnet egenfrekvens "Svingning" sammenholdes med anbefalinger gitt i for eksempel NS3490 Tabell C.1 eller i Betongelementboken.

Svingning 4,32 [Hz]

Regnearket bygger på formler ihht:

<http://www.betongelement.no/betongbok/default.asp>

Del C.1.4

Beregning for en kortere bjelkelengde på 9,6 meter.

Eigenfrekvens enveisplate/bjelke med jevnt fordelt last

$$f_{\text{bjelke}} := \frac{\pi}{2 \cdot l_{\text{bjelke}}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{m_b}}$$

E = e-modul
I = treghetsmoment
mb = q [kg/m] i bruksgrense

Oppleggsforhold			
nr.	venstre	høyre	faktor
1	fri	fri	1,00
2	innspent	fri	1,56
3	innspent	innspent	2,27
4	innspent	utkraget	0,36

Inndata:			
E-modul	E	40000	[N/mm ²]
Treghetsmon	I	1,52E+09	[mm ⁴]
Påført egenvekt	p	1,50	[kN/m ²]
Egenvekt	g	4,00	[kN/m ²]
lastbredde	lb	1,20	[m]
bjelkelengde	l	9,60	[m]
mb		660,00	[kg/m]
Oppleggsforhold (nr.)		1	

grå felt fylles ut

Beregning av egenfrekvens for Hulldekker og DT-elementdekke med jevnt fordelt belastning. Regnearket bygger på formler ihht Betongelementboken Del C.1.4; les denne for forutsetninger. E-modul og Treghetsmoment (2. Arealmoment) hentes fra litteratur; for eksempel fra Betongelementboken eller leverandører. Egenvekt "g" er ferdig fuget dekke; NB: Fugtet dekke med kanalutstøpinger gir som oftest mer vekt enn oppgitt fra leverandør. Påført egenvekt "p" er egenvekt av lettvegger, gulvoppbygging (påstøp/ summing), himling og tekniske føringer. Videre egenvekt av fastmontert utstyr (NB: sjekk forutsetning om jevnt fordelt belastning). Nyttelast skal ikke medtas. Det regnes med en lastbredde på 1,2m når Treghetsmomentet er regnet ut for samme bredde. For elementer kan det sjeldent regnes med annet oppleggsforhold enn "fri". Beregnet egenfrekvens "Svingning" sammenholdes med anbefalinger gitt i for eksempel NS3490 Tabell C.1 eller i Betongelementboken.

Svingning **5,17 [Hz]**

Vedlegg H5.2: Egenforkvens for HD320

Egenfrekvens enveisplate/bjelke med jevnt fordelt last

$$f_{bjelke} := \frac{\pi}{2 \cdot l_{bjelke}} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m_b}}$$

E = e-modul
I = treghetsmoment
mb = q [kg/m] i bruksgrense

Oppleggsforhold			
nr.	venstre	høyre	faktor
1	fri	fri	1,00
2	innspent	fri	1,56
3	innspent	innspent	2,27
4	innspent	utkraget	0,36

Inndata:			
E-modul	E	40000	[N/mm ²]
Treghetsmom	I	2,42E+09	[mm ⁴]
Påført egenve	p	1,50	[kN/m ²]
Egenvekt	g	4,00	[kN/m ²]
lastbredde	lb	1,20	[m]
bjelkelengde	l	10,50	[m]
mb		660,00	[kg/m]
Oppleggsforhold (nr.)		1	

grå felt fylles ut

Beregning av egenfrekvens for Hulldekker og DT-elementdekke med jevn fordelt belastning. Regnearket bygger på formler ihht Betongelementboken Del C.1.4; les denne for forutsetninger. E-modul og Treghetsmoment (2. Arealmoment) hentes fra litteratur; for eksempel fra Betongelementboken eller leverandører. Egenvekt "g" er ferdig fuget dekke; NB: Fuget dekke med kanalutstøpinger gir som oftest mer vekt enn oppgitt fra leverandør. Påført egenvekt "p" er egenvekt av lettvegger, gulvoppbygging (påstøp/ summing), himling og tekniske føringer. Videre egenvekt av fastmontert utstyr (NB: sjekk forutsetning om jevnt fordelt belastning). Nyttelast skal ikke medtas. Det regnes med en lastbredde på 1,2m når Treghetsmomentet er regnet ut for samme bredde. For elementer kan det sjeldent regnes med annet oppleggsforhold enn "fri". Beregnet egenfrekvens "Svingning" sammenholdes med anbefalinger gitt i for eksempel NS3490 Tabell C.1 eller i Betongelementboken.

Svingning **5,46 [Hz]**

Regnearket bygger på formler ihht:

<http://www.betongelement.no/betongbok/default.asp>

Del C.1.4

Vedlegg I: Norsk Prisbok

Vedlegg I1: Prisliste av elementer

Nummer	Elementnavn	Mengde	Enhet	Enhetspris	CO2e/enh	ÅK/enh
02.2.B.007	Prefab betongbjelker, hattebjelke, forspent		1 m	6 925	94	383
02.2.B.001	Prefab betongsøyler, kvadratiske		1 m	4 569	77	252
02.5.C.005	HD-element, t = 320 mm, med gysing og fuging, REI90		1 m2	1 625	114	90
02.2.C.003	Stålbjelker, HEA / HEP / IPE - profiler		1 m2 BTA	727	28	40
02.2.C.008	Stålsøyler, firkantformede hulprofiler		1 kg	64	2	4
02.4.B.001	Prefab betongvegg, t = 200 mm, sjaktvegg		1 m2	2 544	83	141
02.2.D.009	Søyler av limtre, massivtrebygg		1 m2 BTA	626	4	35
02.2.D.010	Bjelker av limtre, massivtrebygg		1 m2 BTA	772	5	43
02.5.C.031	Massive treelementer i dekker, bærende, t = 200 mm		1 m2	3 158	68	174
02.3.D.005	Klimavegg med GU, 400 mm dobbelt trestenderverk		1 m2	2 171	19	120

Vedlegg I2: Prisdifferanse mellom bæresystemene

Pris Tre	Pris stål og betong
13421500	6906250
6532887	7039248
743625	2756433
1503084	2021716
22201096 NOK	18723647 NOK
	Differanse 3477449,00 NOK

Vedlegg I3: Grunnlag for prisberegning

Materialmengde i tre

Quantity estimation

Storey	Structure type	Identifier	Quality	Section/ Thickness [mm]	Unit weight [kg/m, t/m ²]	Total length [m] Total area [m ²]	Total weight [t]	Painted area [m ²]
	Beam	B	C14			0.302		13.4
	Truss	T	GL 28h			3.584		139.7
	Beam	B	GL 28h			60.171		1947.1
	Column	C	GL 28h			85.865		1887.9
	Wall	W	GL 28h			271.166		9992.1
	Plate	P	GL 28h			412.349		9146.5
TOTAL						833.437		19128.7

Materialmengde stål og betong

Quantity estimation

Storey	Structure type	Identifier	Quality	Section/ Thickness [mm]	Height [m]	Width [m]	Total length [m] Total area [m ²]	Volume [m ³]	Total weight [t]	Formwork [m ²]	Reinf. [kg/m, kg/h]
	Plate	P		0.200			986.567	197.313	502.837	1018.553	
	Wall	W		0.200	4.10	10.60	2267.011	553.400	1410.296	3857.819	
	Column	C		rectangle 350x380			57.800	7.687	19.591	86.250	
	Beam	B		tttProfil 700x600			173.154	46.752	119.143	347.353	
TOTAL								805.153	2051.867	7309.975	

Materialmengde stål

Quantity estimation

Storey	Structure type	Identifier	Quality	Section/ Thickness [mm]	Unit weight [kg/m, t/m ²]	Total length [m] Total area [m ²]	Total weight [t]	Painted area [m ²]
	Column	C	S 355				39.442	524.2
	Beam	B	S 355				51.236	1133.9
TOTAL							90.698	1658.1

Materialmengde HD320

Quantity estimation

Quality	Section	Thickness [mm]	Panel type	Length [m]	Width [m]	Area [m ²]	Weight [t]	Pieces of panel type	Total weight [t]
S355		320						488	1721.267
								488	1721.267

Vedlegg J1: Miljøgeologisk grunnundersøkelse fra Multiconsult



Figur 4-1. Omtrentlig plassering av prøvepunkter farget etter høyeste påviste tilstandsklasse (uavhengig av dybde og parameter). Kartgrunnlag: Kartverket.

4.1 Grunnforhold og observasjoner i felt

Tomten er delt i to nivåer. På det nedre nivået i nordvest er høyder i prøvepunktene (PR6–PR8) registrert mellom kote 8,8 og 12,4, høyest i sør. På øvre område i sør/sørøst er høyder i prøvepunktene (PR1–PR5) registrert mellom kote 11,8 i øst og 12,3.

Totalsonderingene viser løsmassemekthet over antatt berg på henholdsvis 4,6 m og 8,4 m i borpunkt 2 (ved PR2) og 7 (ved PR7). Antatt bergoverflate varierer dermed mellom kote 7,5 og kote 0,4 og bergoverflaten synes å helle nedover i nordvestlig retning. Ettersom det er utført et begrenset antall totalsonderinger er det vanskelig å gi en vurdering av bergoverflaten i området, og det påpekes at bergoverflaten kan variere betydelig mellom borpunktene.

I begge borpunktene er det et topplag på 1,3 – 1,7 m hvor det har vært behov for å benytte både spyling, slag og økt rotasjon. Materialet antas å være fyllmasser med innhold av sand, grus og stein, hvor steinnholdet trolig er noe større i borpunkt 2. Videre befinner det seg et sjikt med antatt middels til fast lagret sand med varierende mektighet opp mot 2,0 m, hvor mektigheten er størst i borpunkt 2.

Under følger faste masser av antatt morene som vedvarer ned til antatt berg påtreffes. Dette laget har størst mektighet i borpunkt 7 med ca. 5,5 m, mens det i borpunkt 2 har en mindre mektighet på ca. 1,4 m. Det kan ikke utelukkes at det befinner seg stor stein/blokk eller oppsprukket berg i overgangen til antatt bergoverflate, og av den grunn kan bestemmelse av nøyaktig bergoverflate være vanskelig. Tolket bergnivå kan dermed avvike noe fra det som er antydnet i foreliggende rapport.

Vedlegg J2: Utdrag av planbeskrivelse, fra kommunen

Vedlegg J2.1: Side 13 – grunnforhold

Grunnforhold

Ifølge berggrunnskart fra NGU er området innenfor Mindeflakene og berggrunnen i planområdet består av kvartsitt og Dirorittisk til granittisk gneis/migmatitt. Området med kvartsitt kan også ha innsalg av kvartsskifer og glimmerskifer. Løsmassene består av bart-fjell med stedvis tynt dekke. Arealdekket er ifølge NIBIOS kartdatabase «Kilden» innenfor kategorien bebygd/samferdsel. Planområdet ligger innenfor moderat til lav aktsomhetsgrad for radon. Det er ikke registrert forurenset grunn innenfor planområdet.



Figur 11: Berggrunnskart. (Kilde: NGU)

Vedlegg J2.2: Side 24 – påkjøringslast

3.10.1 Trafikkmengde

Årsdøgntrafikken for veiene hentet fra Nasjonal Vegdatabank. Årsdøgntrafikken for de relevante veiene i dag og i prognoseår 2039 er vist i Tabell 2.

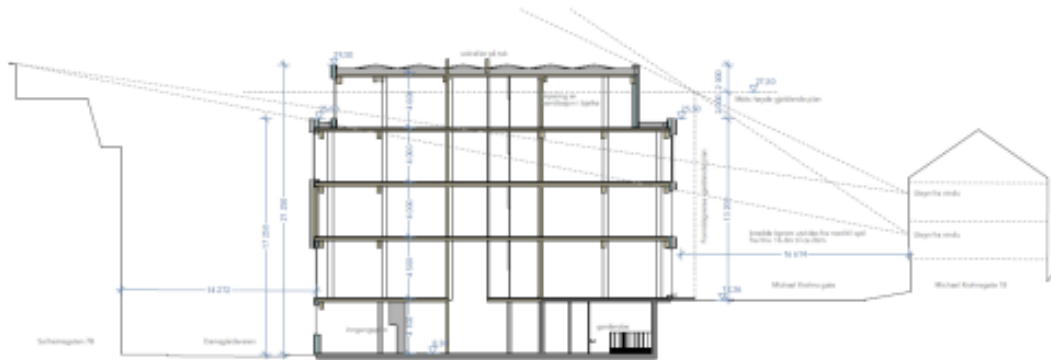
Tabell 2: Trafikkmengde

Veg	ÅDT	Andel tungtrafikk	Hastighet km/t
	kjt./døgn Dagens		
Fv584 Michael Krohns gate øst for kryss Kv4179 hp1	7000	7	40
Fv584 Michael Krohns gate vest for kryss Kv4179 hp2	8000	8	40
Kv4179 hp2 Vikesgate vest for kryss Kv4179 hp1	1 200	3	30
Kv4382 Damsgårdsveien nord for kryss Fv584	1 389	5	30



Figur 25: Årsdøgntrafikken for veiene som inngår i planområdet. Kilde: Norsk vegdatabank, Statens vegvesen, 2019

Vedlegg J2.3: Side 47 – etasjehøyder



Figur 40: Snitt A. (B+B arkitekter)

Grad av utnyttning

Utnyttelsesgraden er %BRA=380%. $BRA = 5590 \text{ m}^2 \text{ BRA} / 1471 \text{ m}^2 \text{ (byggeformål)} \times 100 = 380\%$

Det planlagte bygget er utformet med ca. 5530 m² BRA inklusiv parkering. For å ha noe slingringsmonn med hensyn til detaljprosjektering av bygget er det lagt til grunn et bruksareal på 5590 m², noe som gir en utnyttelsesgrad på 380% BRA.

Endring av plan legger opp til en noe høyere utnyttelsesgrad enn den gjeldende planen. Dette har med regnemåte, samt framstilling av plankartet å gjøre, framfor en reell større utnyttelse av eiendommen.

Grad av utnyttning er vist som % TU (prosent tomteutnyttelse) eller %BRA for de ulike feltene i den gjeldende reguleringsplanen. Der utnyttning er vist som TU, gjelder følgende:

Arealer under bakken der avstand mellom himling og gjennomsnittlig terreng rundt bygning er mindre enn 0,5 m regnes ikke med i bruksarealet.

For arealer under bakken der avstanden mellom himling og gjennomsnittlig terreng rundt bygning er mellom 0,5 og 2 meter regnes 50 % av gulvflaten med i bruksarealet. Det kan bygges flere etasjer under terreng, men overkant gulv i den laveste underetasjen kan ikke ligge lavere enn kt. + 0,5.

Der hvor utnyttelse er vist som %BRA skal alle arealer over bakkenivå (kote + 2,5) regnes med i utnyttelsen. Eventuelle parkeringsarealer under bakkenivå (kote + 2,5) skal ikke regnes med i utnyttelsen.

Maksimal tillatt utnyttelse tillates kun når krav til størrelse og utforming av uteoppholdsarealer i § 1.9 er oppfylt.

Scenario 1, hvor parkering ikke er tellbart:

Oppmåling langs bygget gir følgende høyde til terreng for plan 1.

Andre funksjoner	105m	70%
Parkering med tilbakefylt fasade	44m	30%
Total fasadelengde	149m	100%